図 3.4－19（15）　Ａ－Ａ断面の最大水平加速度分布

（地震波：S_s－Ｄ１〔Ｈ＋，Ｖ＋〕，検討ケース④：敷地に存在しない豊浦標準砂の液状化強度特性により地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース）

図 3.4－19（16）　Ａ－Ａ断面の最大水平加速度分布

（地震波：S_s－Ｄ１〔Ｈ＋，Ｖ－〕，検討ケース④：敷地に存在しない豊浦標準砂の液状化強度特性により地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース）

図 3.4－19（17）　Ａ－Ａ断面の最大水平加速度分布

（地震波：S_s－Ｄ１〔Ｈ＋，Ｖ＋〕，検討ケース⑤：原地盤において非液状化の条件を仮定した解析ケース）

図 3. 4－19（18）　A－A断面の最大水平加速度分布
（地震波：S_s－D１〔H＋, V＋〕, 検討ケース⑥：地盤物性のばらつきを考慮（＋1σ）して
非液状化の条件を仮定した解析ケース）

図3.4−20 (1)　Ｂ−Ｂ断面の最大水平加速度分布
(地震波：S_s−Ｄ１〔Ｈ＋，Ｖ＋〕，
検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース))

図3.4−20 (2)　Ｂ−Ｂ断面の最大水平加速度分布
(地震波：S_s−Ｄ１〔Ｈ＋，Ｖ−〕，
検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース))

図3.4−20 (3)　Ｂ−Ｂ断面の最大水平加速度分布
(地震波：S_s−Ｄ１〔Ｈ−，Ｖ＋〕，
検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース）)

図 3.4－20 (4)　Ｂ－Ｂ断面の最大水平加速度分布

(地震波：$\mathrm{S_s}$－Ｄ１〔Ｈ－，Ｖ－〕，

検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース))

図 3.4－20 (5)　Ｂ－Ｂ断面の最大水平加速度分布

(地震波：$\mathrm{S_s}$－１１，

検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース))

図 3.4－20 (6)　Ｂ－Ｂ断面の最大水平加速度分布

(地震波：$\mathrm{S_s}$－１２，

検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース））

図 3.4－20（7）　Ｂ－Ｂ断面の最大水平加速度分布
（地震波：Ｓｓ－１３，
検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース））

図 3.4－20（8）　Ｂ－Ｂ断面の最大水平加速度分布
（地震波：Ｓｓ－１４，
検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース））

図 3.4－20（9）　Ｂ－Ｂ断面の最大水平加速度分布
（地震波：Ｓｓ－２１，
検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース））

図 3.4－20（10）　Ｂ－Ｂ断面の最大水平加速度分布

（地震波：S_s－２２，

検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース））

図 3.4－20（11）　Ｂ－Ｂ断面の最大水平加速度分布

（地震波：S_s－３１〔H＋，V＋〕，

検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース））

図 3.4－20（12）　Ｂ－Ｂ断面の最大水平加速度分布

（地震波：S_s－３１〔H－，V＋〕，

検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース））

図 3.4－20（13）　Ｂ－Ｂ断面の最大水平加速度分布
（地震波：Ｓｓ－１２，
検討ケース②：地盤物性のばらつきを考慮（＋1σ）した解析ケース）

図 3.4－20（14）　Ｂ－Ｂ断面の最大水平加速度分布
（地震波：Ｓｓ－１２，
検討ケース③：地盤物性のばらつきを考慮（－1σ）した解析ケース）

図 3.4－20（15）　Ｂ－Ｂ断面の最大水平加速度分布
（地震波：Ｓｓ－Ｄ１〔Ｈ＋，Ｖ－〕，検討ケース④：敷地に存在しない豊浦標準砂の液状化強度特性により地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース）

図 3. 4－20（16）　Ｂ－Ｂ断面の最大水平加速度分布
（地震波：Ｓｓ－１２，検討ケース④：敷地に存在しない豊浦標準砂の
液状化強度特性により地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース）

図 3. 4－20（17）　Ｂ－Ｂ断面の最大水平加速度分布
（地震波：Ｓｓ－１２，
検討ケース⑤：原地盤において非液状化の条件を仮定した解析ケース）

図 3. 4－20（18）　Ｂ－Ｂ断面の最大水平加速度分布
（地震波：Ｓｓ－１２，
検討ケース⑥：地盤物性のばらつきを考慮（＋1σ）して非液状化の条件を仮定した解析ケース）

図 3.4－21（1）　Ｃ－Ｃ断面（杭基礎構造部）の最大水平加速度分布
（地震波：S_s－Ｄ１〔Ｈ＋，Ｖ＋〕，
検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース））

図 3.4－21（2）　Ｃ－Ｃ断面（杭基礎構造部）の最大水平加速度分布
（地震波：S_s－Ｄ１〔Ｈ＋，Ｖ－〕，
検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース））

図 3.4－21（3）　Ｃ－Ｃ断面（杭基礎構造部）の最大水平加速度分布
（地震波：S_s－Ｄ１〔Ｈ－，Ｖ＋〕，
検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース））

図 3.4－21 (4)　Ｃ－Ｃ断面（杭基礎構造部）の最大水平加速度分布
（地震波：Ｓ$_{s}$－Ｄ１〔Ｈ－，Ｖ－〕，
検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース））

図 3.4－21 (5)　Ｃ－Ｃ断面（杭基礎構造部）の最大水平加速度分布
（地震波：Ｓ$_{s}$－１１，
検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース））

図 3.4－21 (6)　Ｃ－Ｃ断面（杭基礎構造部）の最大水平加速度分布
（地震波：Ｓ$_{s}$－１２，
検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース））

図3.4－21（7）　Ｃ－Ｃ断面（杭基礎構造部）の最大水平加速度分布

（地震波：S_s－１３，

検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース））

図3.4－21（8）　Ｃ－Ｃ断面（杭基礎構造部）の最大水平加速度分布

（地震波：S_s－１４，

検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース））

図3.4－21（9）　Ｃ－Ｃ断面（杭基礎構造部）の最大水平加速度分布

（地震波：S_s－２１，

検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース））

図 3.4－21（10）　C－C断面（杭基礎構造部）の最大水平加速度分布
（地震波：S_s－２２,
検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース））

図 3.4－21（11）　C－C断面（杭基礎構造部）の最大水平加速度分布
（地震波：S_s－３１〔H＋, V＋〕,
検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース））

図 3.4－21（12）　C－C断面（杭基礎構造部）の最大水平加速度分布
（地震波：S_s－３１〔H－, V＋〕,
検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース））

図 3.4−21（13）　Ｃ−Ｃ断面（杭基礎構造部）の最大水平加速度分布
（地震波：S_s−Ｄ１〔Ｈ−，Ｖ−〕，
検討ケース②：地盤物性のばらつきを考慮（＋1σ）した解析ケース）

図 3.4−21（14）　Ｃ−Ｃ断面（杭基礎構造部）の最大水平加速度分布
（地震波：S_s−Ｄ１〔Ｈ−，Ｖ−〕，
検討ケース③：地盤物性のばらつきを考慮（−1σ）した解析ケース）

図 3.4−21（15）　Ｃ−Ｃ断面（杭基礎構造部）の最大水平加速度分布
（地震波：S_s−Ｄ１〔Ｈ−，Ｖ＋〕，検討ケース④：敷地に存在しない豊浦標準砂の液状化強度特性により地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース）

図 3.4－21（16）　Ｃ－Ｃ断面（杭基礎構造部）の最大水平加速度分布
（地震波：S_s－Ｄ１〔Ｈ－，Ｖ－〕，検討ケース④：敷地に存在しない豊浦標準砂の液状化強度特性により地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース）

図 3.4－21（17）　Ｃ－Ｃ断面（杭基礎構造部）の最大水平加速度分布
（地震波：S_s－Ｄ１〔Ｈ－，Ｖ－〕，
検討ケース⑤：原地盤において非液状化の条件を仮定した解析ケース）

図 3.4－21（18）　Ｃ－Ｃ断面（杭基礎構造部）の最大水平加速度分布
（地震波：S_s－Ｄ１〔Ｈ－，Ｖ－〕，
検討ケース⑥：地盤物性のばらつきを考慮（＋1σ）して非液状化の条件を仮定した解析ケース）

図 3.4－22 (1)　C’－C’断面（地盤改良体基礎構造部）の最大水平加速度分布
（地震波：S_s－D１〔H＋, V＋〕,
検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース））

図 3.4－22 (2)　C’－C’断面（地盤改良体基礎構造部）の最大水平加速度分布
（地震波：S_s－D１〔H＋, V－〕,
検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース））

図 3.4－22 (3)　C’－C’断面（地盤改良体基礎構造部）の最大水平加速度分布
（地震波：S_s－D１〔H－, V＋〕,
検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース））

図 3.4－22 (4)　C’－C’断面（地盤改良体基礎構造部）の最大水平加速度分布
（地震波：Ｓ$_{s}$－Ｄ１〔Ｈ－，Ｖ－〕，
検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース））

図 3.4－22 (5)　C’－C’断面（地盤改良体基礎構造部）の最大水平加速度分布
（地震波：Ｓ$_{s}$－１１，
検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース））

図 3.4－22 (6)　C’－C’断面（地盤改良体基礎構造部）の最大水平加速度分布
（地震波：Ｓ$_{s}$－１２，
検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース））

図3.4－22（7）　C’－C’断面（地盤改良体基礎構造部）の最大水平加速度分布
（地震波：S_s－１３，
検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース））

図3.4－22（8）　C’－C’断面（地盤改良体基礎構造部）の最大水平加速度分布
（地震波：S_s－１４，
検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース））

図3.4－22（9）　C’－C’断面（地盤改良体基礎構造部）の最大水平加速度分布
（地震波：S_s－２１，
検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース））

図 3.4－22（10）　C’－C’断面（地盤改良体基礎構造部）の最大水平加速度分布
（地震波：Ｓｓ－２２，
検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース））

図 3.4－22（11）　C’－C’断面（地盤改良体基礎構造部）の最大水平加速度分布
（地震波：Ｓｓ－３１〔H＋, V＋〕,
検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース））

図 3.4－22（12）　C’－C’断面（地盤改良体基礎構造部）の最大水平加速度分布
（地震波：Ｓｓ－３１〔H－, V＋〕,
検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース））

図 3.4－22（13）　C’－C’断面（地盤改良体基礎構造部）の最大水平加速度分布
（地震波：S_s－３１〔H+, V+〕,
検討ケース②：地盤物性のばらつきを考慮（+1σ）した解析ケース）

図 3.4－22（14）　C’－C’断面（地盤改良体基礎構造部）の最大水平加速度分布
（地震波：S_s－３１〔H+, V+〕,
検討ケース③：地盤物性のばらつきを考慮（－1σ）した解析ケース）

図 3.4－22（15）　C’－C’断面（地盤改良体基礎構造部）の最大水平加速度分布
（地震波：S_s－３１〔H+, V+〕，検討ケース④：敷地に存在しない豊浦標準砂の液状化強度特性により地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース）

図 3.4－22（16）　C’－C’断面（地盤改良体基礎構造部）の最大水平加速度分布
（地震波：Ｓｓ－３１〔H＋, V＋〕,
検討ケース⑤：原地盤において非液状化の条件を仮定した解析ケース）

図 3.4－22（17）　C’－C’断面（地盤改良体基礎構造部）の最大水平加速度分布
（地震波：Ｓｓ－３１〔H＋, V＋〕,
検討ケース⑥：地盤物性のばらつきを考慮（＋1σ）して非液状化の条件を仮定した解析ケース）

3.4.2　耐震評価結果

(1)　鋼製桁及び鋼管杭の健全性に対する評価結果

a.　曲げ軸力に対する照査

断面計算に用いた断面諸元を表 3.4－11 に，曲げ軸力に対する照査結果を表 3.4－12～表 3.4－14 に示す。鋼製桁及び鋼管杭に対して許容応力度法による照査を行った結果，曲げ応力が短期許容応力度以下であることを確認した。なお，発生応力度は各地震動において最大となる値を示している。

表 3.4－11　鋼製桁（SM400）及び鋼管杭（SM570）の断面諸元

構造物	板厚 (mm)	断面積 (m^2)	断面係数 (m^3)	備考
鋼製桁	39	0.107	0.022	腐食代 1 mm 考慮
鋼管杭	39	0.093	0.017	腐食代 1 mm 考慮

表 3.4－12 (1)　曲げ軸力に対する照査（A－A断面）

検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース））

地震波	位相	検討ケース	検討対象	発生断面力 曲げモーメント (kN・m/本)	発生断面力 軸力 (kN/本)	発生曲げ応力度 σ_s (N/mm^2)	短期許容応力度 σ_{sa} (N/mm^2)	照査値 σ_s/σ_{sa}
S_s－D１	H＋，V＋	①	鋼管杭（B－B断面）	1989	3599	156	382.5	0.41
			鋼管杭（C－C断面）	3597	4309	258	382.5	0.68
S_s－D１	H＋，V－		鋼管杭（B－B断面）	2000	3228	153	382.5	0.40
			鋼管杭（C－C断面）	3605	4264	258	382.5	0.68
S_s－D１	H－，V＋		鋼管杭（B－B断面）	2231	716	139	382.5	0.37
			鋼管杭（C－C断面）	2889	3271	206	382.5	0.54
S_s－D１	H－，V－		鋼管杭（B－B断面）	2214	567	137	382.5	0.36
			鋼管杭（C－C断面）	2906	3892	213	382.5	0.56
S_s－１１			鋼管杭（B－B断面）	593	161	37	382.5	0.10
			鋼管杭（C－C断面）	1127	1776	86	382.5	0.23
S_s－１２			鋼管杭（B－B断面）	829	498	55	382.5	0.15
			鋼管杭（C－C断面）	1440	1827	105	382.5	0.28
S_s－１３			鋼管杭（B－B断面）	728	509	49	382.5	0.13
			鋼管杭（C－C断面）	1225	1769	92	382.5	0.25
S_s－１４			鋼管杭（B－B断面）	450	514	33	382.5	0.09
			鋼管杭（C－C断面）	946	1576	73	382.5	0.20
S_s－２１			鋼管杭（B－B断面）	1294	1988	98	382.5	0.26
			鋼管杭（C－C断面）	1564	2660	121	382.5	0.32
S_s－２２			鋼管杭（B－B断面）	1477	2115	110	382.5	0.29
			鋼管杭（C－C断面）	1686	2851	130	382.5	0.34
S_s－３１	H＋，V＋		鋼管杭（B－B断面）	1824	1844	128	382.5	0.34
			鋼管杭（C－C断面）	2108	3007	157	382.5	0.42
S_s－３１	H－，V＋		鋼管杭（B－B断面）	1548	2181	115	382.5	0.31
			鋼管杭（C－C断面）	2894	4014	214	382.5	0.56

表 3.4－12 (2)　曲げ軸力に対する照査（A－A断面）
（検討ケース②～⑥：ばらつきケース）

地震波	位相	検討ケース	検討対象	発生断面力		発生曲げ応力度 σ_s (N/mm^2)	短期許容応力度 σ_{sa} (N/mm^2)	照査値 σ_s/σ_{sa}
				曲げモーメント (kN・m/本)	軸力 (kN/本)			
S_s－D１	H＋，V＋	②	鋼管杭（B－B断面）	1887	2884	142	382.5	0.38
	H＋，V＋		鋼管杭（C－C断面）	3378	3351	235	382.5	0.62
S_s－D１	H＋，V＋	③	鋼管杭（B－B断面）	1949	3397	152	382.5	0.40
	H＋，V＋		鋼管杭（C－C断面）	3720	3991	262	382.5	0.69
S_s－D１	H＋，V＋	④	鋼管杭（B－B断面）	2439	342	148	382.5	0.39
	H＋，V＋		鋼管杭（C－C断面）	3975	3526	272	382.5	0.72
S_s－D１	H＋，V－	④	鋼管杭（B－B断面）	2376	549	146	382.5	0.39
	H＋，V－		鋼管杭（C－C断面）	4038	3464	275	382.5	0.72
S_s－D１	H＋，V＋	⑤	鋼管杭（B－B断面）	1792	809	115	382.5	0.31
	H＋，V＋		鋼管杭（C－C断面）	2394	3664	181	382.5	0.48
S_s－D１	H＋，V＋	⑥	鋼管杭（B－B断面）	1746	644	110	382.5	0.29
	H＋，V＋		鋼管杭（C－C断面）	2564	3664	191	382.5	0.50

表 3.4－13 (1)　曲げ軸力に対する照査（B－B断面）
（検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース））

地震波	位相	検討ケース	検討対象	発生断面力 曲げモーメント (kN・m/本)	発生断面力 軸力 (kN/本)	発生曲げ応力度 σ_s (N/mm^2)	短期許容応力度 σ_{sa} (N/mm^2)	照査値 σ_s/σ_{sa}
S_s－D１	H＋，V＋	①	鋼製桁	310	43	15	210.0	0.08
			鋼管杭（左）	3534	1319	223	382.5	0.59
			鋼管杭（右）	3105	2122	206	382.5	0.54
S_s－D１	H＋，V－		鋼製桁	301	17	14	210.0	0.07
			鋼管杭（左）	3554	1266	223	382.5	0.59
			鋼管杭（右）	3105	1999	205	382.5	0.54
S_s－D１	H－，V＋		鋼製桁	285	93	14	210.0	0.07
			鋼管杭（左）	3386	717	207	382.5	0.55
			鋼管杭（右）	2804	1074	177	382.5	0.47
S_s－D１	H－，V－		鋼製桁	293	9	14	210.0	0.07
			鋼管杭（左）	3369	852	208	382.5	0.55
			鋼管杭（右）	2796	1210	178	382.5	0.47
S_s－１１			鋼製桁	212	7	10	210.0	0.05
			鋼管杭（左）	2313	40	137	382.5	0.36
			鋼管杭（右）	1778	658	112	382.5	0.30
S_s－１２			鋼製桁	240	14	12	210.0	0.06
			鋼管杭（左）	3735	967	231	382.5	0.61
			鋼管杭（右）	3116	2661	212	382.5	0.56
S_s－１３			鋼製桁	222	24	11	210.0	0.06
			鋼管杭（左）	3480	798	214	382.5	0.56
			鋼管杭（右）	2917	2649	201	382.5	0.53
S_s－１４			鋼製桁	207	79	11	210.0	0.06
			鋼管杭（左）	2940	1218	187	382.5	0.49
			鋼管杭（右）	2422	1975	164	382.5	0.43
S_s－２１			鋼製桁	315	146	16	210.0	0.08
			鋼管杭（左）	2222	1054	143	382.5	0.38
			鋼管杭（右）	1919	1362	128	382.5	0.34
S_s－２２			鋼製桁	295	42	14	210.0	0.07
			鋼管杭（左）	2800	974	176	382.5	0.47
			鋼管杭（右）	2468	1411	161	382.5	0.43
S_s－３１	H＋，V＋		鋼製桁	424	14	20	210.0	0.10
			鋼管杭（左）	2146	1280	140	382.5	0.37
			鋼管杭（右）	2457	1812	165	382.5	0.44
S_s－３１	H－，V＋		鋼製桁	464	21	22	210.0	0.11
			鋼管杭（左）	2605	1749	173	382.5	0.46
			鋼管杭（右）	2339	1662	156	382.5	0.41

表 3.4－13（2） 曲げ軸力に対する照査（B－B断面）

（検討ケース②～⑥：ばらつきケース）

地震波	位相	検討ケース	検討対象	発生断面力 曲げモーメント (kN・m/本)	発生断面力 軸力 (kN/本)	発生曲げ応力度 σ_s (N/mm^2)	短期許容応力度 σ_{sa} (N/mm^2)	照査値 σ_s/σ_{sa}
S_s－１２		②	鋼製桁	65	81	4	210.0	0.02
			鋼管杭（左）	3748	1043	232	382.5	0.61
			鋼管杭（右）	3155	3085	219	382.5	0.58
S_s－１２		③	鋼製桁	99	64	6	210.0	0.03
			鋼管杭（左）	3347	648	204	382.5	0.54
			鋼管杭（右）	2760	2615	191	382.5	0.50
S_s－Ｄ１	Ｈ＋，Ｖ－	④	鋼製桁	148	47	8	210.0	0.04
			鋼管杭（左）	3467	616	211	382.5	0.56
			鋼管杭（右）	3763	2406	248	382.5	0.65
S_s－１２		④	鋼製桁	81	53	5	210.0	0.03
			鋼管杭（左）	3901	373	234	382.5	0.62
			鋼管杭（右）	4362	1282	271	382.5	0.71
S_s－１２		⑤	鋼製桁	298	9	14	210.0	0.07
			鋼管杭（左）	2223	543	137	382.5	0.36
			鋼管杭（右）	2036	1770	139	382.5	0.37
S_s－１２		⑥	鋼製桁	89	63	5	210.0	0.03
			鋼管杭（左）	2432	775	152	382.5	0.40
			鋼管杭（右）	2229	2139	155	382.5	0.41

表 3.4－14 (1)　曲げ軸力に対する照査（C－C断面・杭基礎構造部）
（検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース））

地震波	位相	検討ケース	検討対象	発生断面力		発生曲げ応力度 σ_s (N/mm^2)	短期許容応力度 σ_{sa} (N/mm^2)	照査値 σ_s/σ_{sa}
				曲げモーメント (kN・m/本)	軸力 (kN/本)			
S_s－D１	H＋，V＋	①	鋼製桁	141	40	7	210.0	0.04
			鋼管杭（左）	2398	742	150	382.5	0.40
			鋼管杭（右）	2176	2107	151	382.5	0.40
S_s－D１	H＋，V－		鋼製桁	155	187	9	210.0	0.05
			鋼管杭（左）	2350	694	146	382.5	0.39
			鋼管杭（右）	2102	2208	148	382.5	0.39
S_s－D１	H－，V＋		鋼製桁	172	10	8	210.0	0.04
			鋼管杭（左）	2501	612	154	382.5	0.41
			鋼管杭（右）	2331	2166	161	382.5	0.43
S_s－D１	H－，V－		鋼製桁	152	27	8	210.0	0.04
			鋼管杭（左）	2544	513	156	382.5	0.41
			鋼管杭（右）	2370	2220	164	382.5	0.43
S_s－１１			鋼製桁	80	32	4	210.0	0.02
			鋼管杭（左）	454	186	29	382.5	0.08
			鋼管杭（右）	403	446	29	382.5	0.08
S_s－１２			鋼製桁	140	2	7	210.0	0.04
			鋼管杭（左）	1417	935	94	382.5	0.25
			鋼管杭（右）	1252	1971	95	382.5	0.25
S_s－１３			鋼製桁	132	2	7	210.0	0.04
			鋼管杭（左）	1198	355	75	382.5	0.20
			鋼管杭（右）	1049	1406	77	382.5	0.21
S_s－１４			鋼製桁	117	4	6	210.0	0.03
			鋼管杭（左）	833	495	55	382.5	0.15
			鋼管杭（右）	707	1250	56	382.5	0.15
S_s－２１			鋼製桁	145	9	7	210.0	0.04
			鋼管杭（左）	1484	710	95	382.5	0.25
			鋼管杭（右）	1375	1688	100	382.5	0.27
S_s－２２			鋼製桁	139	44	7	210.0	0.04
			鋼管杭（左）	1499	1225	102	382.5	0.27
			鋼管杭（右）	1354	1996	102	382.5	0.27
S_s－３１	H＋，V＋		鋼製桁	231	3	11	210.0	0.06
			鋼管杭（左）	2126	659	133	382.5	0.35
			鋼管杭（右）	1856	2483	136	382.5	0.36
S_s－３１	H－，V＋		鋼製桁	191	80	10	210.0	0.05
			鋼管杭（左）	1901	494	118	382.5	0.31
			鋼管杭（右）	1683	1996	121	382.5	0.32

表 3.4－14 (2)　曲げ軸力に対する照査（C－C断面・杭基礎構造部）
（検討ケース②～⑥：ばらつきケース）

地震波	位相	検討ケース	検討対象	発生断面力		発生曲げ応力度 σ_s (N/mm^2)	短期許容応力度 σ_{sa} (N/mm^2)	照査値 σ_s/σ_{sa}
				曲げモーメント (kN・m/本)	軸力 (kN/本)			
S_s－D1	H－, V－	②	鋼製桁	85	42	5	210.0	0.03
			鋼管杭（左）	2631	540	161	382.5	0.43
			鋼管杭（右）	2491	2188	171	382.5	0.45
S_s－D1	H－, V－	③	鋼製桁	126	22	6	210.0	0.03
			鋼管杭（左）	2524	678	156	382.5	0.41
			鋼管杭（右）	2468	2231	170	382.5	0.45
S_s－D1	H－, V＋	④	鋼製桁	145	54	8	210.0	0.04
			鋼管杭（左）	3210	292	192	382.5	0.51
			鋼管杭（右）	3224	1589	207	382.5	0.55
S_s－D1	H－, V－	④	鋼製桁	147	23	7	210.0	0.04
			鋼管杭（左）	3231	186	193	382.5	0.51
			鋼管杭（右）	3287	1744	213	382.5	0.56
S_s－D1	H－, V－	⑤	鋼製桁	232	166	13	210.0	0.07
			鋼管杭（左）	1944	293	118	382.5	0.31
			鋼管杭（右）	1742	1973	124	382.5	0.33
S_s－D1	H－, V－	⑥	鋼製桁	147	118	8	210.0	0.04
			鋼管杭（左）	2017	219	122	382.5	0.32
			鋼管杭（右）	2009	2296	143	382.5	0.38

b.　せん断力に対する照査

断面計算に用いた断面諸元は前出の表 3.4－11 に，せん断力に対する照査結果を表 3.4－15～表 3.4－17 に示す。

鋼製桁及び鋼管杭に対して許容応力度法による照査を行った結果，せん断応力が短期許容応力度以下であることを確認した。なお，発生応力は各地震動において最大となる値を示している。

表 3.4－15 (1)　せん断力に対する照査（A－A断面）
（検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース））

地震波	位相	検討ケース	検討対象	せん断力 (kN/本)	発生せん断応力 τ_s (N/mm^2)	短期許容応力度 τ_{sa} (N/mm^2)	照査値 τ_s/τ_{sa}
S_s－D 1	H＋，V＋	①	鋼管杭（B－B断面）	858	19	217.5	0.09
			鋼管杭（C－C断面）	1832	40	217.5	0.19
S_s－D 1	H＋，V－		鋼管杭（B－B断面）	857	19	217.5	0.09
			鋼管杭（C－C断面）	1818	40	217.5	0.19
S_s－D 1	H－，V＋		鋼管杭（B－B断面）	1141	25	217.5	0.12
			鋼管杭（C－C断面）	1623	35	217.5	0.17
S_s－D 1	H－，V－		鋼管杭（B－B断面）	1130	25	217.5	0.12
			鋼管杭（C－C断面）	1542	34	217.5	0.16
S_s－1 1			鋼管杭（B－B断面）	368	8	217.5	0.04
			鋼管杭（C－C断面）	582	13	217.5	0.06
S_s－1 2			鋼管杭（B－B断面）	479	11	217.5	0.06
			鋼管杭（C－C断面）	699	16	217.5	0.08
S_s－1 3			鋼管杭（B－B断面）	377	9	217.5	0.05
			鋼管杭（C－C断面）	617	14	217.5	0.07
S_s－1 4			鋼管杭（B－B断面）	239	6	217.5	0.03
			鋼管杭（C－C断面）	506	11	217.5	0.06
S_s－2 1			鋼管杭（B－B断面）	695	15	217.5	0.07
			鋼管杭（C－C断面）	863	19	217.5	0.09
S_s－2 2			鋼管杭（B－B断面）	784	17	217.5	0.08
			鋼管杭（C－C断面）	1288	28	217.5	0.13
S_s－3 1	H＋，V＋		鋼管杭（B－B断面）	902	20	217.5	0.10
			鋼管杭（C－C断面）	1097	24	217.5	0.12
S_s－3 1	H－，V＋		鋼管杭（B－B断面）	720	16	217.5	0.08
			鋼管杭（C－C断面）	1479	32	217.5	0.15

表 3.4－15 (2)　せん断力に対する照査（A－A断面）
（検討ケース②～⑥：ばらつきケース）

地震波	位相	検討ケース	検討対象	せん断力 (kN/本)	発生せん断応力 τ_s (N/mm^2)	短期許容応力度 τ_{sa} (N/mm^2)	照査値 τ_s/τ_{sa}
S_s－D 1	H＋, V＋	②	鋼管杭（B－B断面）	930	20	217.5	0.10
	H＋, V＋		鋼管杭（C－C断面）	1876	41	217.5	0.19
S_s－D 1	H＋, V＋	③	鋼管杭（B－B断面）	969	21	217.5	0.10
	H＋, V＋		鋼管杭（C－C断面）	1970	43	217.5	0.20
S_s－D 1	H＋, V＋	④	鋼管杭（B－B断面）	1243	27	217.5	0.13
	H＋, V＋		鋼管杭（C－C断面）	2018	44	217.5	0.21
S_s－D 1	H＋, V－	④	鋼管杭（B－B断面）	1210	27	217.5	0.13
	H＋, V－		鋼管杭（C－C断面）	2039	44	217.5	0.21
S_s－D 1	H＋, V＋	⑤	鋼管杭（B－B断面）	890	20	217.5	0.10
	H＋, V＋		鋼管杭（C－C断面）	1435	31	217.5	0.15
S_s－D 1	H＋, V＋	⑥	鋼管杭（B－B断面）	972	21	217.5	0.10
	H＋, V＋		鋼管杭（C－C断面）	1409	31	217.5	0.15

表 3.4－16 (1)　せん断力に対する照査（B－B断面）
（検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース））

地震波	位相	検討ケース	検討対象	せん断力 (kN/本)	発生せん断応力 τ_s (N/mm²)	短期許容応力度 τ_{sa} (N/mm²)	照査値 τ_s/τ_{sa}
S_s－D１	H＋，V＋	①	鋼製桁	170	4	120.0	0.04
			鋼管杭（左）	796	18	217.5	0.09
			鋼管杭（右）	1001	22	217.5	0.11
S_s－D１	H＋，V－		鋼製桁	179	5	120.0	0.05
			鋼管杭（左）	801	18	217.5	0.09
			鋼管杭（右）	997	22	217.5	0.11
S_s－D１	H－，V＋		鋼製桁	149	4	120.0	0.04
			鋼管杭（左）	763	17	217.5	0.08
			鋼管杭（右）	863	19	217.5	0.09
S_s－D１	H－，V－		鋼製桁	191	5	120.0	0.05
			鋼管杭（左）	755	17	217.5	0.08
			鋼管杭（右）	834	18	217.5	0.09
S_s－１１			鋼製桁	126	3	120.0	0.03
			鋼管杭（左）	670	15	217.5	0.07
			鋼管杭（右）	564	13	217.5	0.06
S_s－１２			鋼製桁	198	5	120.0	0.05
			鋼管杭（左）	789	17	217.5	0.08
			鋼管杭（右）	955	21	217.5	0.10
S_s－１３			鋼製桁	210	5	120.0	0.05
			鋼管杭（左）	756	17	217.5	0.08
			鋼管杭（右）	874	19	217.5	0.09
S_s－１４			鋼製桁	129	3	120.0	0.03
			鋼管杭（左）	698	16	217.5	0.08
			鋼管杭（右）	721	16	217.5	0.08
S_s－２１			鋼製桁	158	4	120.0	0.04
			鋼管杭（左）	692	15	217.5	0.07
			鋼管杭（右）	735	16	217.5	0.08
S_s－２２			鋼製桁	173	4	120.0	0.04
			鋼管杭（左）	684	15	217.5	0.07
			鋼管杭（右）	720	16	217.5	0.08
S_s－３１	H＋，V＋		鋼製桁	211	5	120.0	0.05
			鋼管杭（左）	1032	23	217.5	0.11
			鋼管杭（右）	1192	26	217.5	0.12
S_s－３１	H－，V＋		鋼製桁	207	5	120.0	0.05
			鋼管杭（左）	1266	28	217.5	0.13
			鋼管杭（右）	985	22	217.5	0.11

表 3.4－16 (2)　せん断力に対する照査（B－B断面）
（検討ケース②～⑥：ばらつきケース）

地震波	位相	検討ケース	検討対象	せん断力 (kN/本)	発生せん断応力 τ_s (N/mm^2)	短期許容応力度 τ_{sa} (N/mm^2)	照査値 τ_s/τ_{sa}
S_s－１２		②	鋼製桁	137	4	120.0	0.04
			鋼管杭（左）	848	19	217.5	0.09
			鋼管杭（右）	858	19	217.5	0.09
S_s－１２		③	鋼製桁	146	4	120.0	0.04
			鋼管杭（左）	1002	22	217.5	0.11
			鋼管杭（右）	968	21	217.5	0.10
S_s－Ｄ１	Ｈ＋，Ｖ－	④	鋼製桁	125	3	120.0	0.03
			鋼管杭（左）	1790	39	217.5	0.18
			鋼管杭（右）	1161	25	217.5	0.12
S_s－１２		④	鋼製桁	73	2	120.0	0.02
			鋼管杭（左）	2079	45	217.5	0.21
			鋼管杭（右）	1619	35	217.5	0.17
S_s－１２		⑤	鋼製桁	217	5	120.0	0.05
			鋼管杭（左）	1085	24	217.5	0.12
			鋼管杭（右）	938	21	217.5	0.10
S_s－１２		⑥	鋼製桁	89	3	120.0	0.03
			鋼管杭（左）	1421	31	217.5	0.15
			鋼管杭（右）	937	21	217.5	0.10

表 3.4−17 (1)　せん断力に対する照査（C−C断面・杭基礎構造部）

（検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース））

地震波	位相	検討ケース	検討対象	せん断力 (kN/本)	発生せん断応力 τ_s (N/mm^2)	短期許容応力度 τ_{sa} (N/mm^2)	照査値 τ_s/τ_{sa}
S_s−D 1	H+，V+	①	鋼製桁	109	3	120.0	0.03
			鋼管杭（左）	1266	28	217.5	0.13
			鋼管杭（右）	1169	26	217.5	0.12
S_s−D 1	H+，V−		鋼製桁	118	3	120.0	0.03
			鋼管杭（左）	1240	27	217.5	0.13
			鋼管杭（右）	1130	25	217.5	0.12
S_s−D 1	H−，V+		鋼製桁	101	3	120.0	0.03
			鋼管杭（左）	1367	30	217.5	0.14
			鋼管杭（右）	1254	27	217.5	0.13
S_s−D 1	H−，V−		鋼製桁	100	3	120.0	0.03
			鋼管杭（左）	1397	31	217.5	0.15
			鋼管杭（右）	1272	28	217.5	0.13
S_s−1 1			鋼製桁	62	2	120.0	0.02
			鋼管杭（左）	242	6	217.5	0.03
			鋼管杭（右）	225	5	217.5	0.03
S_s−1 2			鋼製桁	104	3	120.0	0.03
			鋼管杭（左）	748	17	217.5	0.08
			鋼管杭（右）	681	15	217.5	0.07
S_s−1 3			鋼製桁	102	3	120.0	0.03
			鋼管杭（左）	638	14	217.5	0.07
			鋼管杭（右）	574	13	217.5	0.06
S_s−1 4			鋼製桁	83	2	120.0	0.02
			鋼管杭（左）	445	10	217.5	0.05
			鋼管杭（右）	386	9	217.5	0.05
S_s−2 1			鋼製桁	109	3	120.0	0.03
			鋼管杭（左）	785	17	217.5	0.08
			鋼管杭（右）	748	17	217.5	0.08
S_s−2 2			鋼製桁	100	3	120.0	0.03
			鋼管杭（左）	803	18	217.5	0.09
			鋼管杭（右）	744	17	217.5	0.08
S_s−3 1	H+，V+		鋼製桁	163	4	120.0	0.04
			鋼管杭（左）	1122	25	217.5	0.12
			鋼管杭（右）	993	22	217.5	0.11
S_s−3 1	H−，V+		鋼製桁	151	4	120.0	0.04
			鋼管杭（左）	1054	23	217.5	0.11
			鋼管杭（右）	904	20	217.5	0.10

表 3.4－17 (2)　せん断力に対する照査（C－C断面・杭基礎構造部）
（検討ケース②～⑥：ばらつきケース）

地震波	位相	検討ケース	検討対象	せん断力 (kN/本)	発生せん断応力 τ_s (N/mm^2)	短期許容応力度 τ_{sa} (N/mm^2)	照査値 τ_s/τ_{sa}
S_s－D1	H－, V－	②	鋼製桁	71	2	120.0	0.02
			鋼管杭（左）	1573	34	217.5	0.16
			鋼管杭（右）	1571	34	217.5	0.16
S_s－D1	H－, V－	③	鋼製桁	92	3	120.0	0.03
			鋼管杭（左）	1493	33	217.5	0.16
			鋼管杭（右）	1409	31	217.5	0.15
S_s－D1	H－, V＋	④	鋼製桁	104	3	120.0	0.03
			鋼管杭（左）	1698	37	217.5	0.18
			鋼管杭（右）	1716	37	217.5	0.18
S_s－D1	H－, V－	④	鋼製桁	108	3	120.0	0.03
			鋼管杭（左）	1711	37	217.5	0.18
			鋼管杭（右）	1747	38	217.5	0.18
S_s－D1	H－, V－	⑤	鋼製桁	138	4	120.0	0.04
			鋼管杭（左）	1035	23	217.5	0.11
			鋼管杭（右）	933	21	217.5	0.10
S_s－D1	H－, V－	⑥	鋼製桁	92	3	120.0	0.03
			鋼管杭（左）	1282	28	217.5	0.13
			鋼管杭（右）	1226	27	217.5	0.13

(2) 地盤改良体①の安定性に対する評価結果

屋外二重管本体及び電路を支持する地盤改良体①の圧縮応力に対する局所安全係数を表 3.4−18〜表 3.4−20 に，せん断応力に対する局所安全係数を表 3.4−21〜表 3.4−23 に示す。また，地盤改良体①の圧縮応力に対する局所安全係数のコンター図を図 3.4−23〜図 3.4−25 に，せん断応力に対する局所安全係数のコンター図を図 3.4−26〜図 3.4−28 に示す。地盤改良体①の発生圧縮応力及び発生せん断応力が許容限界以下であることを確認した。また，地盤改良体①に関するすべりに対して評価した結果を表 3.4−24 に示す。

表 3.4−18 地盤改良体①の圧縮応力に対する局所安全係数（Ｂ－Ｂ断面）
（検討ケース①〜⑥：基本ケース，ばらつきケース）

地震波	位相	検討ケース	圧縮応力 (kN/m^2)	局所安全係数
S_s−Ｄ１	Ｈ＋，Ｖ＋	①	241	6.22
S_s−Ｄ１	Ｈ＋，Ｖ－	①	216	6.94
S_s−Ｄ１	Ｈ－，Ｖ＋	①	192	7.81
S_s−Ｄ１	Ｈ－，Ｖ－	①	192	7.81
S_s−１１		①	163	9.20
S_s−１２		①	191	7.85
S_s−１３		①	184	8.15
S_s−１４		①	181	8.28
S_s−２１		①	235	6.38
S_s−２２		①	207	7.24
S_s−３１	Ｈ＋，Ｖ＋	①	261	5.74
S_s−３１	Ｈ－，Ｖ＋	①	252	5.95
S_s−１２		②	269	5.57
S_s−１２		③	232	6.46
S_s−Ｄ１	Ｈ＋，Ｖ－	④	235	6.38
S_s−１２		④	152	9.86
S_s−１２		⑤	203	7.38
S_s−１２		⑥	266	5.63

表 3.4－19　地盤改良体①の圧縮応力に対する局所安全係数（Ｃ－Ｃ断面・杭基礎構造部）
（検討ケース①～⑥：基本ケース，ばらつきケース）

地震波	位相	検討ケース	圧縮応力 (kN/m^2)	局所安全係数
S_s－Ｄ１	Ｈ＋，Ｖ＋	①	225	6.66
S_s－Ｄ１	Ｈ＋，Ｖ－		269	5.57
S_s－Ｄ１	Ｈ－，Ｖ＋		223	6.72
S_s－Ｄ１	Ｈ－，Ｖ－		235	6.38
S_s－１１			159	9.43
S_s－１２			247	6.07
S_s－１３			240	6.25
S_s－１４			213	7.04
S_s－２１			238	6.30
S_s－２２			207	7.24
S_s－３１	Ｈ＋，Ｖ＋		300	5.00
S_s－３１	Ｈ－，Ｖ＋		360	4.16
S_s－Ｄ１	Ｈ－，Ｖ－	②	264	5.68
S_s－Ｄ１	Ｈ－，Ｖ－	③	238	6.30
S_s－Ｄ１	Ｈ－，Ｖ＋	④	155	9.67
S_s－Ｄ１	Ｈ－，Ｖ－	④	131	11.45
S_s－Ｄ１	Ｈ－，Ｖ－	⑤	216	6.94
S_s－Ｄ１	Ｈ－，Ｖ－	⑥	246	6.09

表 3.4－20　地盤改良体①の圧縮応力に対する局所安全係数
（C’－C’断面・（地盤改良体基礎構造部）
（検討ケース①～⑥：基本ケース，ばらつきケース）

地震波	位相	検討ケース	圧縮応力 (kN/m²)	局所安全係数
S_s－D１	H＋，V＋	①	342	4.38
S_s－D１	H＋，V－	①	366	4.09
S_s－D１	H－，V＋	①	306	4.90
S_s－D１	H－，V－	①	304	4.93
S_s－１１		①	110	13.63
S_s－１２		①	133	11.27
S_s－１３		①	139	10.79
S_s－１４		①	127	11.81
S_s－２１		①	243	6.17
S_s－２２		①	208	7.21
S_s－３１	H＋，V＋	①	235	6.38
S_s－３１	H－，V＋	①	290	5.17
S_s－３１	H＋，V＋	②	253	5.92
S_s－３１	H＋，V＋	③	247	6.07
S_s－３１	H＋，V＋	④	295	5.08
S_s－３１	H＋，V＋	⑤	246	6.09
S_s－３１	H＋，V＋	⑥	275	5.45

表 3.4－21　地盤改良体①のせん断応力に対する局所安全係数（Ｂ－Ｂ断面）
（検討ケース①～⑥：基本ケース，ばらつきケース）

地震波	位相	検討ケース	せん断応力 (kN/m^2)	局所安全係数
S_s－Ｄ１	Ｈ＋，Ｖ＋	①	165	4.54
S_s－Ｄ１	Ｈ＋，Ｖ－	①	140	5.35
S_s－Ｄ１	Ｈ－，Ｖ＋	①	147	5.10
S_s－Ｄ１	Ｈ－，Ｖ－	①	135	5.55
S_s－１１		①	105	7.14
S_s－１２		①	117	6.41
S_s－１３		①	121	6.19
S_s－１４		①	116	6.46
S_s－２１		①	154	4.87
S_s－２２		①	153	4.90
S_s－３１	Ｈ＋，Ｖ＋	①	172	4.36
S_s－３１	Ｈ－，Ｖ＋	①	187	4.01
S_s－１２		②	137	5.47
S_s－１２		③	118	6.35
S_s－Ｄ１	Ｈ＋，Ｖ－	④	152	4.93
S_s－１２		④	102	7.35
S_s－１２		⑤	140	5.35
S_s－１２		⑥	141	5.31

表 3.4－22　地盤改良体①のせん断応力に対する局所安全係数（Ｃ－Ｃ断面・杭基礎構造部）
（検討ケース①～⑥：基本ケース，ばらつきケース）

地震波	位相	検討ケース	せん断応力 (kN/m^2)	局所安全係数
S_s－Ｄ１	Ｈ＋，Ｖ＋	①	208	3.60
S_s－Ｄ１	Ｈ＋，Ｖ－		269	2.78
S_s－Ｄ１	Ｈ－，Ｖ＋		213	3.52
S_s－Ｄ１	Ｈ－，Ｖ－		184	4.07
S_s－１１			132	5.68
S_s－１２			188	3.98
S_s－１３			184	4.07
S_s－１４			159	4.71
S_s－２１			229	3.27
S_s－２２			189	3.96
S_s－３１	Ｈ＋，Ｖ＋		298	2.51
S_s－３１	Ｈ－，Ｖ＋		284	2.64
S_s－Ｄ１	Ｈ－，Ｖ－	②	234	3.20
S_s－Ｄ１	Ｈ－，Ｖ－	③	192	3.90
S_s－Ｄ１	Ｈ－，Ｖ＋	④	155	4.83
S_s－Ｄ１	Ｈ－，Ｖ－	④	108	6.94
S_s－Ｄ１	Ｈ－，Ｖ－	⑤	208	3.60
S_s－Ｄ１	Ｈ－，Ｖ－	⑥	232	3.23

表 3.4－23　地盤改良体①のせん断応力に対する局所安全係数
（C’－C’断面・（地盤改良体基礎構造部）
（検討ケース①～⑥：基本ケース，ばらつきケース）

地震波	位相	検討ケース	せん断応力 (kN/m^2)	局所安全係数
S_s－D１	H＋，V＋	①	336	2.23
S_s－D１	H＋，V－		365	2.05
S_s－D１	H－，V＋		287	2.61
S_s－D１	H－，V－		217	3.45
S_s－１１			55	13.63
S_s－１２			82	9.14
S_s－１３			81	9.25
S_s－１４			72	10.41
S_s－２１			176	4.26
S_s－２２			141	5.31
S_s－３１	H＋，V＋		186	4.03
S_s－３１	H－，V＋		289	2.59
S_s－３１	H＋，V＋	②	232	3.23
S_s－３１	H＋，V＋	③	170	4.41
S_s－３１	H＋，V＋	④	212	3.53
S_s－３１	H＋，V＋	⑤	173	4.33
S_s－３１	H＋，V＋	⑥	232	3.23

表 3.4－24　地盤改良体①のすべりに対する照査（C’－C’断面・地盤改良体基礎構造部）
（検討ケース①：基本ケース）

地震波	位相	検討ケース	すべり安全率
S_s－D１	H＋，V＋	①	7.44
S_s－D１	H＋，V－		8.00

図 3.4－23（1）　Ｂ－Ｂ断面の圧縮応力に対する局所安全係数
（地震波：S_s－Ｄ１〔Ｈ＋，Ｖ＋〕，
検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース））

図 3.4－23（2）　Ｂ－Ｂ断面の圧縮応力に対する局所安全係数
（地震波：S_s－Ｄ１〔Ｈ＋，Ｖ－〕，
検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース））

図3.4－23（3）　Ｂ－Ｂ断面の圧縮応力に対する局所安全係数
（地震波：S_s－Ｄ１〔Ｈ－，Ｖ＋〕，
検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース））

図3.4－23（4）　Ｂ－Ｂ断面の圧縮応力に対する局所安全係数
（地震波：S_s－Ｄ１〔Ｈ－，Ｖ－〕，
検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース））

図 3.4－23（5）　Ｂ－Ｂ断面の圧縮応力に対する局所安全係数

（地震波：S_s－１１，

検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース））

図 3.4－23（6）　Ｂ－Ｂ断面の圧縮応力に対する局所安全係数

（地震波：S_s－１２，

検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース））

図3.4－23（7）　Ｂ－Ｂ断面の圧縮応力に対する局所安全係数

（地震波：Ｓ$_{s}$－１３，

検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース））

図3.4－23（8）　Ｂ－Ｂ断面の圧縮応力に対する局所安全係数

（地震波：Ｓ$_{s}$－１４，

検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース））

図 3.4－23（9）　Ｂ－Ｂ断面の圧縮応力に対する局所安全係数

（地震波：S_s－２１，

検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース））

図 3.4－23（10）　Ｂ－Ｂ断面の圧縮応力に対する局所安全係数

（地震波：S_s－２２，

検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース））

図3.4－23（11）　Ｂ－Ｂ断面の圧縮応力に対する局所安全係数

（地震波：S_s－３１〔Ｈ＋，Ｖ＋〕，

検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース））

図3.4－23（12）Ｂ－Ｂ断面の圧縮応力に対する局所安全係数

（地震波：S_s－３１〔Ｈ－，Ｖ＋〕，

検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース））

図 3.4－23（13）　Ｂ－Ｂ断面の圧縮応力に対する局所安全係数

（地震波：Ｓｓ－１２，

検討ケース②：地盤物性のばらつきを考慮（＋1σ）した解析ケース）

図 3.4－23（14）　Ｂ－Ｂ断面の圧縮応力に対する局所安全係数

（地震波：Ｓｓ－１２，

検討ケース③：地盤物性のばらつきを考慮（－1σ）した解析ケース）

図 3.4－23（15）　Ｂ－Ｂ断面の圧縮応力に対する局所安全係数

（地震波：地震波：$\mathrm{S_s}$－Ｄ１〔Ｈ＋，Ｖ－〕，検討ケース④：敷地に存在しない豊浦標準砂の

液状化強度特性により地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース）

図 3.4－23（16）　Ｂ－Ｂ断面の圧縮応力に対する局所安全係数

（地震波：$\mathrm{S_s}$－１２，検討ケース④：敷地に存在しない豊浦標準砂の

液状化強度特性により地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース）

図 3.4−23（17）　Ｂ－Ｂ断面の圧縮応力に対する局所安全係数

（地震波：Ｓ$_{s}$－１２，

検討ケース⑤：原地盤において非液状化の条件を仮定した解析ケース）

図 3.4−23（18）　Ｂ－Ｂ断面の圧縮応力に対する局所安全係数

（地震波：地震波：Ｓ$_{s}$－１２，

検討ケース⑥：地盤物性のばらつきを考慮（＋1σ）して非液状化の条件を仮定した解析ケース）

図 3.4－24 (1)　　Ｃ－Ｃ断面（杭基礎構造部）の圧縮応力に対する局所安全係数
（地震波：Ｓ$_s$－Ｄ１〔Ｈ＋，Ｖ＋〕，
検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース））

図 3.4－24 (2)　　Ｃ－Ｃ断面（杭基礎構造部）の圧縮応力に対する局所安全係数
（地震波：Ｓ$_s$－Ｄ１〔Ｈ＋，Ｖ－〕，
検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース））

図3.4－24（3）　Ｃ－Ｃ断面（杭基礎構造部）の圧縮応力に対する局所安全係数

（地震波：S_s－Ｄ１〔Ｈ－，Ｖ＋〕，

検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース））

図3.4－24（4）　Ｃ－Ｃ断面（杭基礎構造部）のせん断応力圧縮応力に対する局所安全係数

（地震波：S_s－Ｄ１〔Ｈ－，Ｖ－〕，

検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース））

図 3.4－24（5）　Ｃ－Ｃ断面（杭基礎構造部）の圧縮応力に対する局所安全係数
（地震波：S_s－１１，
検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース））

図 3.4－24（6）　Ｃ－Ｃ断面（杭基礎構造部）の圧縮応力に対する局所安全係数
（地震波：S_s－１２，
検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース））

図 3.4－24 (7)　　C－C断面（杭基礎構造部）の圧縮応力に対する局所安全係数
（地震波：Ｓｓ－１３，
検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース））

図 3.4－24 (8)　　C－C断面（杭基礎構造部）の圧縮応力に対する局所安全係数
（地震波：Ｓｓ－１４，
検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース））

図 3.4－24（9）　C－C断面（杭基礎構造部）の圧縮応力に対する局所安全係数

（地震波：S_s－２１，

検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース））

図 3.4－24（10）　C－C断面（杭基礎構造部）の圧縮応力に対する局所安全係数

（地震波：S_s－２２，

検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース））

図 3.4－24（11）　Ｃ－Ｃ断面（杭基礎構造部）の圧縮応力に対する局所安全係数
（地震波：Ｓ$_{s}$－３１〔Ｈ＋，Ｖ＋〕，
検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース））

図 3.4－24（12）　Ｃ－Ｃ断面（杭基礎構造部）の圧縮応力に対する局所安全係数
（地震波：Ｓ$_{s}$－３１〔Ｈ－，Ｖ＋〕，
検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース））

図 3.4－24（13）　Ｃ－Ｃ断面（杭基礎構造部）の圧縮応力に対する局所安全係数
（地震波：S_s－Ｄ１〔Ｈ－，Ｖ－〕，
検討ケース②：地盤物性のばらつきを考慮（＋1σ）した解析ケース）

図 3.4－24（14）　Ｃ－Ｃ断面（杭基礎構造部）の圧縮応力に対する局所安全係数
（地震波：S_s－Ｄ１〔Ｈ－，Ｖ－〕，
検討ケース③：地盤物性のばらつきを考慮（－1σ）した解析ケース）

図 3.4－24（15）　Ｃ－Ｃ断面（杭基礎構造部）の圧縮応力に対する局所安全係数
（地震波：Ｓ$_s$－Ｄ１〔Ｈ－，Ｖ＋〕，検討ケース④：敷地に存在しない豊浦標準砂の
液状化強度特性により地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース）

図 3.4－24（16）　Ｃ－Ｃ断面（杭基礎構造部）の圧縮応力に対する局所安全係数
（地震波：Ｓ$_s$－Ｄ１〔Ｈ－，Ｖ－〕，検討ケース④：敷地に存在しない豊浦標準砂の
液状化強度特性により地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース）

図 3.4−24（17）　Ｃ－Ｃ断面（杭基礎構造部）の圧縮応力に対する局所安全係数
（地震波：Ｓｓ－Ｄ１〔Ｈ－，Ｖ－〕，
検討ケース⑤：原地盤において非液状化の条件を仮定した解析ケース）

図 3.4−24（18）　Ｃ－Ｃ断面（杭基礎構造部）の圧縮応力に対する局所安全係数
（地震波：Ｓｓ－Ｄ１〔Ｈ－，Ｖ－〕，
検討ケース⑥：地盤物性のばらつきを考慮（＋1σ）して非液状化の条件を仮定した解析ケース）

図 3.4－25 (1)　Ｃ’－Ｃ’断面（地盤改良体基礎構造部）の圧縮応力に対する局所安全係数
（地震波：Ｓ$_{s}$－Ｄ１〔Ｈ＋，Ｖ＋〕，
検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース））

図 3.4－25 (2)　Ｃ’－Ｃ’断面（地盤改良体基礎構造部）の圧縮応力に対する局所安全係数
（地震波：Ｓ$_{s}$－Ｄ１〔Ｈ＋，Ｖ－〕，
検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース））

図 3.4－25 (3)　 C’－C’断面（地盤改良体基礎構造部）の圧縮応力に対する局所安全係数
（地震波：Ｓ$_{s}$－Ｄ１〔Ｈ－，Ｖ＋〕，
検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース））

図 3.4－25 (4)　 C’－C’断面（地盤改良体基礎構造部）の圧縮応力に対する局所安全係数
（地震波：Ｓ$_{s}$－Ｄ１〔Ｈ－，Ｖ－〕，
検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース））

図 3.4−25 (5)　 C’ −C’ 断面（地盤改良体基礎構造部）の圧縮応力に対する局所安全係数
（地震波：Ｓ$_{s}$−１１,
検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース））

図 3.4−25 (6)　 C’ −C’ 断面（地盤改良体基礎構造部）の圧縮応力に対する局所安全係数
（地震波：Ｓ$_{s}$−１２,
検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース））

図 3.4－25 (7)　C’－C’断面（地盤改良体基礎構造部）の圧縮応力に対する局所安全係数

（地震波：Ｓｓ－１３，

検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース））

図 3.4－25 (8)　C’－C’断面（地盤改良体基礎構造部）の圧縮応力に対する局所安全係数

（地震波：Ｓｓ－１４，

検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース））

図 3.4－25（9）　Ｃ’－Ｃ’断面（地盤改良体基礎構造部）の圧縮応力に対する局所安全係数
（地震波：Ｓ$_{s}$－２１，
検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース））

図 3.4－25（10）　Ｃ’－Ｃ’断面（地盤改良体基礎構造部）の圧縮応力に対する局所安全係数
（地震波：Ｓ$_{s}$－２２，
検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース））

図 3.4－25（11）　Ｃ’－Ｃ’断面（地盤改良体基礎構造部）の圧縮応力に対する局所安全係数
（地震波：S_s－３１〔Ｈ＋，Ｖ＋〕，
検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース））

図 3.4－25（12）　Ｃ’－Ｃ’断面（地盤改良体基礎構造部）の圧縮応力に対する局所安全係数
（地震波：S_s－３１〔Ｈ－，Ｖ＋〕，
検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース））

図 3.4－25（13）　Ｃ’－Ｃ’断面（地盤改良体基礎構造部）の圧縮応力に対する局所安全係数
（地震波：S_s－３１〔Ｈ＋，Ｖ＋〕，
検討ケース②：地盤物性のばらつきを考慮（＋1σ）した解析ケース）

図 3.4－25（14）　Ｃ’－Ｃ’断面（地盤改良体基礎構造部）の圧縮応力に対する局所安全係数
（地震波：S_s－３１〔Ｈ＋，Ｖ＋〕，
検討ケース③：地盤物性のばらつきを考慮（－1σ）した解析ケース）

図 3.4－25（15）　Ｃ’－Ｃ’断面（地盤改良体基礎構造部）の圧縮応力に対する局所安全係数
（地震波：Ｓ$_{s}$－３１〔Ｈ＋，Ｖ＋〕，検討ケース④：敷地に存在しない豊浦標準砂の
液状化強度特性により地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース）

図 3.4－25（16）　Ｃ’－Ｃ’断面（地盤改良体基礎構造部）の圧縮応力に対する局所安全係数
（地震波：Ｓ$_{s}$－３１〔Ｈ＋，Ｖ＋〕，
検討ケース⑤：原地盤において非液状化の条件を仮定した解析ケース）

図 3.4－25（17）　C’－C’断面（地盤改良体基礎構造部）の圧縮応力に対する局所安全係数
（地震波：S_s－３１〔H＋, V＋〕,
検討ケース⑥：地盤物性のばらつきを考慮（＋1σ）して非液状化の条件を仮定した解析ケース）

図 3.4－26（1）　Ｂ－Ｂ断面のせん断応力に対する局所安全係数

（地震波：Ｓ$_s$－Ｄ１〔Ｈ＋，Ｖ＋〕，

検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース））

図 3.4－26（2）　Ｂ－Ｂ断面のせん断応力に対する局所安全係数

（地震波：Ｓ$_s$－Ｄ１〔Ｈ＋，Ｖ－〕，

検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース））

図 3.4−26 (3)　 B − B 断面のせん断応力に対する局所安全係数

(地震波：S_s−D１〔H−, V+〕,

検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース))

図 3.4−26 (4)　 B − B 断面のせん断応力に対する局所安全係数

(地震波：S_s−D１〔H−, V−〕,

検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース))

図 3.4－26 (5)　　Ｂ－Ｂ断面のせん断応力に対する局所安全係数

（地震波：Ｓ$_{s}$－１１，

検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース））

図 3.4－26 (6)　　Ｂ－Ｂ断面のせん断応力に対する局所安全係数

（地震波：Ｓ$_{s}$－１２，

検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース））

図 3.4−26 (7)　　B−B断面のせん断応力に対する局所安全係数

(地震波：Ｓ$_s$−１３,

検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース))

図 3.4−26 (8)　　B−B断面のせん断応力に対する局所安全係数

(地震波：Ｓ$_s$−１４,

検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース))

図 3.4－26（9）　B－B断面のせん断応力に対する局所安全係数

（地震波：S$_s$－２１，

検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース））

図 3.4－26（10）　B－B断面のせん断応力に対する局所安全係数

（地震波：S$_s$－２２，

検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース））

図3.4－26（11）　Ｂ－Ｂ断面のせん断応力に対する局所安全係数
（地震波：S_s－３１〔Ｈ＋，Ｖ＋〕，
検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース））

図3.4－26（12）Ｂ－Ｂ断面のせん断応力に対する局所安全係数
（地震波：S_s－３１〔Ｈ－，Ｖ＋〕，
検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース））

図 3.4－26（13）　Ｂ－Ｂ断面のせん断応力に対する局所安全係数
（地震波：Ｓ$_{s}$－１２，
検討ケース②：地盤物性のばらつきを考慮（＋1σ）した解析ケース）

図 3.4－26（14）　Ｂ－Ｂ断面のせん断応力に対する局所安全係数
（地震波：Ｓ$_{s}$－１２，
検討ケース③：地盤物性のばらつきを考慮（－1σ）した解析ケース）

図 3.4－26（15）　B－B断面のせん断応力に対する局所安全係数
（地震波：Ｓ$_{s}$－Ｄ１〔Ｈ＋，Ｖ－〕，検討ケース④：敷地に存在しない豊浦標準砂の
液状化強度特性により地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース）

図 3.4－26（16）　B－B断面のせん断応力に対する局所安全係数
（地震波：Ｓ$_{s}$－１２，検討ケース④：敷地に存在しない豊浦標準砂の
液状化強度特性により地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース）

図 3.4―26（17）　Ｂ－Ｂ断面のせん断応力に対する局所安全係数
（地震波：Ｓ$_{s}$－１２，
検討ケース⑤：原地盤において非液状化の条件を仮定した解析ケース）

図 3.4―26（18）　Ｂ－Ｂ断面のせん断応力に対する局所安全係数
（地震波：Ｓ$_{s}$－１２，
検討ケース⑥：地盤物性のばらつきを考慮（＋1σ）して非液状化の条件を仮定した解析ケース）

図 3.4－27（1）　Ｃ－Ｃ断面（杭基礎構造部）のせん断応力に対する局所安全係数
（地震波：S_s－Ｄ１〔Ｈ＋，Ｖ＋〕，
検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース））

図 3.4－27（2）　Ｃ－Ｃ断面（杭基礎構造部）のせん断応力に対する局所安全係数
（地震波：S_s－Ｄ１〔Ｈ＋，Ｖ－〕，
検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース））

図 3.4－27 (3)　 Ｃ－Ｃ断面（杭基礎構造部）のせん断応力に対する局所安全係数
（地震波：S_s－Ｄ１〔Ｈ－，Ｖ＋〕，
検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース））

図 3.4－27 (4)　 Ｃ－Ｃ断面（杭基礎構造部）のせん断応力せん断応力に対する局所安全係数
（地震波：S_s－Ｄ１〔Ｈ－，Ｖ－〕，
検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース））

図 3.4－27 (5)　　Ｃ－Ｃ断面（杭基礎構造部）のせん断応力に対する局所安全係数
（地震波：Ｓ$_{s}$－１１，
検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース））

図 3.4－27 (6)　　Ｃ－Ｃ断面（杭基礎構造部）のせん断応力に対する局所安全係数
（地震波：Ｓ$_{s}$－１２，
検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース））

図 3.4－27 (7)　C－C断面（杭基礎構造部）のせん断応力に対する局所安全係数
（地震波：S_s－１３，
検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース））

図 3.4－27 (8)　C－C断面（杭基礎構造部）のせん断応力に対する局所安全係数
（地震波：S_s－１４，
検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース））

図 3.4−27 (9)　　C−C断面（杭基礎構造部）のせん断応力に対する局所安全係数

（地震波：S_s−２１，

検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース））

図 3.4−27 (10)　　C−C断面（杭基礎構造部）のせん断応力に対する局所安全係数

（地震波：S_s−２２，

検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース））

図 3.4－27（11）　C－C断面（杭基礎構造部）のせん断応力に対する局所安全係数

（地震波：Ｓₛ－３１〔H＋, V＋〕,

検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース））

図 3.4－27（12）　C－C断面（杭基礎構造部）のせん断応力に対する局所安全係数

（地震波：Ｓₛ－３１〔H－, V＋〕,

検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース））

図 3.4－27（13）　Ｃ－Ｃ断面（杭基礎構造部）のせん断応力に対する局所安全係数

（地震波：S_s－Ｄ１〔Ｈ－，Ｖ－〕，

検討ケース②：地盤物性のばらつきを考慮（＋１σ）した解析ケース）

図 3.4－27（14）　Ｃ－Ｃ断面（杭基礎構造部）のせん断応力に対する局所安全係数

（地震波：S_s－Ｄ１〔Ｈ－，Ｖ－〕，

検討ケース③：地盤物性のばらつきを考慮（－１σ）した解析ケース）

図 3.4－27（15）　Ｃ－Ｃ断面（杭基礎構造部）のせん断応力に対する局所安全係数
（地震波：S_s－Ｄ１〔Ｈ－，Ｖ＋〕，検討ケース④：敷地に存在しない豊浦標準砂の液状化強度特性により地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース）

図 3.4－27（16）　Ｃ－Ｃ断面（杭基礎構造部）のせん断応力に対する局所安全係数
（地震波：S_s－Ｄ１〔Ｈ－，Ｖ－〕，検討ケース④：敷地に存在しない豊浦標準砂の液状化強度特性により地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース）

図 3.4－27（17）　Ｃ－Ｃ断面（杭基礎構造部）のせん断応力に対する局所安全係数
（地震波：S_s－Ｄ１〔Ｈ－，Ｖ－〕，
検討ケース⑤：原地盤において非液状化の条件を仮定した解析ケース）

図 3.4－27（18）　Ｃ－Ｃ断面（杭基礎構造部）のせん断応力に対する局所安全係数
（地震波：S_s－Ｄ１〔Ｈ－，Ｖ－〕，
検討ケース⑥：地盤物性のばらつきを考慮（＋1σ）して非液状化の条件を仮定した解析ケース）

図 3.4－28 (1)　 C’－C’断面（地盤改良体基礎構造部）のせん断応力に対する局所安全係数
（地震波：Ｓｓ－Ｄ１〔Ｈ＋，Ｖ＋〕，
検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース））

図 3.4－28 (2)　 C’－C’断面（地盤改良体基礎構造部）のせん断応力に対する局所安全係数
（地震波：Ｓｓ－Ｄ１〔Ｈ＋，Ｖ－〕，
検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース））

図 3.4－28（3）　C’－C’断面（地盤改良体基礎構造部）のせん断応力に対する局所安全係数

（地震波：Ｓｓ－Ｄ１〔Ｈ－，Ｖ＋〕，

検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース））

図 3.4－28（4）　C’－C’断面（地盤改良体基礎構造部）のせん断応力に対する局所安全係数

（地震波：Ｓｓ－Ｄ１〔Ｈ－，Ｖ－〕，

検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース））

図 3.4－28 (5)　　Ｃ’－Ｃ’断面（地盤改良体基礎構造部）のせん断応力に対する局所安全係数
（地震波：$Ｓ_{ｓ}$－１１，
検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース））

図 3.4－28 (6)　　Ｃ’－Ｃ’断面（地盤改良体基礎構造部）のせん断応力に対する局所安全係数
（地震波：$Ｓ_{ｓ}$－１２，
検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース））

図 3.4－28 (7)　C’－C’断面（地盤改良体基礎構造部）のせん断応力に対する局所安全係数

（地震波：Ｓ$_s$－１３,

検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース））

図 3.4－28 (8)　C’－C’断面（地盤改良体基礎構造部）のせん断応力に対する局所安全係数

（地震波：Ｓ$_s$－１４,

検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース））

図 3.4－28 (9)　C’－C’断面（地盤改良体基礎構造部）のせん断応力に対する局所安全係数
（地震波：Ｓ$_{s}$－２１，
検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース））

図 3.4－28 (10)　C’－C’断面（地盤改良体基礎構造部）のせん断応力に対する局所安全係数
（地震波：Ｓ$_{s}$－２２，
検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース））

図 3.4－28（11）　C’－C’断面（地盤改良体基礎構造部）のせん断応力に対する局所安全係数

（地震波：Ｓｓ－３１〔H＋, V＋〕,

検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース））

図 3.4－28（12）　C’－C’断面（地盤改良体基礎構造部）のせん断応力に対する局所安全係数

（地震波：Ｓｓ－３１〔H－，V＋〕,

検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース））

図 3.4－28（13）　Ｃ’－Ｃ’断面（地盤改良体基礎構造部）のせん断応力に対する局所安全係数
（地震波：$\mathrm{S_s}$－３１〔Ｈ＋，Ｖ＋〕，
検討ケース②：地盤物性のばらつきを考慮（＋1σ）した解析ケース）

図 3.4－28（14）　Ｃ’－Ｃ’断面（地盤改良体基礎構造部）のせん断応力に対する局所安全係数
（地震波：$\mathrm{S_s}$－３１〔Ｈ＋，Ｖ＋〕，
検討ケース③：地盤物性のばらつきを考慮（－1σ）した解析ケース）

図 3.4－28（15）　C’－C’断面（地盤改良体基礎構造部）のせん断応力に対する局所安全係数
（地震波：Ｓ$_{s}$－３１〔H＋, V＋〕，検討ケース④：敷地に存在しない豊浦標準砂の
液状化強度特性により地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース）

図 3.4－28（16）　C’－C’断面（地盤改良体基礎構造部）のせん断応力に対する局所安全係数
（地震波：Ｓ$_{s}$－３１〔H＋, V＋〕，
検討ケース⑤：原地盤において非液状化の条件を仮定した解析ケース）

図 3.4－28（17）　C’－C’断面（地盤改良体基礎構造部）のせん断応力に対する局所安全係数
（地震波：S_s－３１〔H＋, V＋〕,
検討ケース⑥：地盤物性のばらつきを考慮（＋1σ）して非液状化の条件を仮定した解析ケース）

(3)　地盤改良体②の安定性に対する評価結果

地盤改良体②のすべりに対して評価した結果を表 3.4－25 示す。地盤改良体に対してすべり安全率による照査を行った結果，最小すべり安全率が必要安全率を確保することを確認した。なお，最小すべり安全率は，想定したすべり面のうち，各地震動において最小となる値を示している。

表 3.4－25　地盤改良体のすべりに対する照査（C’－C’断面・地盤改良体基礎構造部）
（検討ケース①～⑥：基本ケース，ばらつきケース）

地震波	位相	検討ケース	すべり安全率
S_s－D１	H＋，V＋	①	3.24
S_s－D１	H＋，V－		3.22
S_s－D１	H－，V＋		2.92
S_s－D１	H－，V－		2.93
S_s－１１			5.90
S_s－１２			4.42
S_s－１３			4.57
S_s－１４			4.97
S_s－２１			3.55
S_s－２２			4.12
S_s－３１	H＋，V＋		2.67
S_s－３１	H－，V＋		3.08
S_s－３１	H＋，V＋	②	2.52
S_s－３１	H＋，V＋	③	2.67
S_s－３１	H＋，V＋	④	1.83
S_s－３１	H＋，V＋	⑤	2.62
S_s－３１	H＋，V＋	⑥	2.47

(4)　改良地盤の支持性能に対する評価結果

a.　地盤改良体①に対する照査

屋外二重管下の地盤改良体①に作用する接地圧に対する支持性能評価結果を表 3.4－26～表 3.4－28 に，接地圧分布図を図 3.4－29～図 3.4－31 に示す。なお，横軸で示す角度は，屋外二重管基礎横断面図の屋外二重管本体について，水平方向左端を 0 度として反時計回りに示している。90 度は屋外二重管本体直下を表す。

Ｂ－Ｂ断面において，最大接地圧が最大となるケースは，①Ｓ$_{\mathrm{s}}$－３１〔Ｈ－，Ｖ＋〕で，最大接地圧が 223 kN/m^2 であり，極限支持力度 1775 kN/m^2 以下である。

Ｃ－Ｃ断面において，最大接地圧が最大となるケースは，①Ｓ$_{\mathrm{s}}$－３１〔Ｈ－，Ｖ＋〕で，最大接地圧が 230 kN/m^2 であり，極限支持力度 1775 kN/m^2 以下である。

Ｃ’－Ｃ’断面において，最大接地圧が最大となるケースは，①Ｓ$_{\mathrm{s}}$－Ｄ１〔Ｈ＋，Ｖ＋〕で，最大接地圧が 235 kN/m^2 であり，極限支持力度 1775 kN/m^2 以下である。

以上より，屋外二重管本体下の地盤改良体①は，最大接地圧が許容限界以下であることを確認した。

表 3.4－26 (1)　屋外二重管下の地盤改良体①の支持性能評価結果（Ｂ－Ｂ断面）
（検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース））

二重管径	地震波	位相	検討ケース	最大接地圧 (kN/m^2)	極限支持力度 (kN/m^2)
φ1800	S_s－Ｄ１	Ｈ＋，Ｖ＋	①	199	1775
	S_s－Ｄ１	Ｈ＋，Ｖ－		205	1775
	S_s－Ｄ１	Ｈ－，Ｖ＋		181	1775
	S_s－Ｄ１	Ｈ－，Ｖ－		201	1775
	S_s－１１			134	1775
	S_s－１２			137	1775
	S_s－１３			126	1775
	S_s－１４			131	1775
	S_s－２１			189	1775
	S_s－２２			204	1775
	S_s－３１	Ｈ＋，Ｖ＋		165	1775
	S_s－３１	Ｈ－，Ｖ＋		223	1775
φ2000	S_s－Ｄ１	Ｈ＋，Ｖ＋	①	187	1775
	S_s－Ｄ１	Ｈ＋，Ｖ－		173	1775
	S_s－Ｄ１	Ｈ－，Ｖ＋		173	1775
	S_s－Ｄ１	Ｈ－，Ｖ－		169	1775
	S_s－１１			148	1775
	S_s－１２			143	1775
	S_s－１３			145	1775
	S_s－１４			135	1775
	S_s－２１			183	1775
	S_s－２２			221	1775
	S_s－３１	Ｈ＋，Ｖ＋		214	1775
	S_s－３１	Ｈ－，Ｖ＋		143	1775

表 3.4－26 (2)　屋外二重管下の地盤改良体①の支持性能評価結果（Ｂ－Ｂ断面）
（検討ケース②～⑥：ばらつきケース）

二重管径	地震波	位相	検討ケース	最大接地圧 (kN/m²)	極限支持力度 (kN/m²)
φ1800	S_s－１２		②	141	1775
	S_s－１２		③	161	1775
	S_s－Ｄ１	Ｈ＋，Ｖ－	④	186	1775
	S_s－１２		④	119	1775
	S_s－１２		⑤	138	1775
	S_s－１２		⑥	120	1775
φ2000	S_s－１２		②	148	1775
	S_s－１２		③	143	1775
	S_s－Ｄ１	Ｈ＋，Ｖ－	④	166	1775
	S_s－１２		④	151	1775
	S_s－１２		⑤	162	1775
	S_s－１２		⑥	119	1775

表 3.4−27 (1)　屋外二重管下の地盤改良体①の支持性能評価結果
（C−C断面・杭基礎構造部）
（検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース））

二重管径	地震波	位相	検討ケース	最大接地圧 (kN/m²)	極限支持力度 (kN/m²)
φ1800	S_s−D１	H＋，V＋	①	150	1775
	S_s−D１	H＋，V−		134	1775
	S_s−D１	H−，V＋		153	1775
	S_s−D１	H−，V−		159	1775
	S_s−１１			116	1775
	S_s−１２			167	1775
	S_s−１３			157	1775
	S_s−１４			145	1775
	S_s−２１			141	1775
	S_s−２２			138	1775
	S_s−３１	H＋，V＋		150	1775
	S_s−３１	H−，V＋		230	1775
φ2000	S_s−D１	H＋，V＋	①	129	1775
	S_s−D１	H＋，V−		116	1775
	S_s−D１	H−，V＋		116	1775
	S_s−D１	H−，V−		120	1775
	S_s−１１			84	1775
	S_s−１２			121	1775
	S_s−１３			123	1775
	S_s−１４			101	1775
	S_s−２１			149	1775
	S_s−２２			135	1775
	S_s−３１	H＋，V＋		186	1775
	S_s−３１	H−，V＋		146	1775

表 3.4－27 (2)　屋外二重管下の地盤改良体①の支持性能評価結果

（C－C断面・杭基礎構造部）

（検討ケース②～⑥：ばらつきケース）

二重管径	地震波	位相	検討ケース	最大接地圧 (kN/m^2)	極限支持力度 (kN/m^2)
φ1800	S_s－D1	H－，V－	②	122	1775
	S_s－D1	H－，V－	③	115	1775
	S_s－D1	H－，V＋	④	103	1775
	S_s－D1	H－，V－	④	85	1775
	S_s－D1	H－，V－	⑤	139	1775
	S_s－D1	H－，V－	⑥	187	1775
φ2000	S_s－D1	H－，V－	②	125	1775
	S_s－D1	H－，V－	③	123	1775
	S_s－D1	H－，V＋	④	80	1775
	S_s－D1	H－，V－	④	85	1775
	S_s－D1	H－，V－	⑤	134	1775
	S_s－D1	H－，V－	⑥	148	1775

表 3.4−28 (1)　屋外二重管下の地盤改良体①の支持性能評価結果

（C’ −C’ 断面・地盤改良体基礎構造部）

（検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース））

二重管径	地震波	位相	検討ケース	最大接地圧 (kN/m²)	極限支持力度 (kN/m²)
φ1800	S_s−D 1	H+, V+	①	174	1775
	S_s−D 1	H+, V−		166	1775
	S_s−D 1	H−, V+		153	1775
	S_s−D 1	H−, V−		155	1775
	S_s−1 1			80	1775
	S_s−1 2			97	1775
	S_s−1 3			97	1775
	S_s−1 4			91	1775
	S_s−2 1			128	1775
	S_s−2 2			113	1775
	S_s−3 1	H+, V+		134	1775
	S_s−3 1	H−, V+		157	1775
φ2000	S_s−D 1	H+, V+	①	235	1775
	S_s−D 1	H+, V−		229	1775
	S_s−D 1	H−, V+		232	1775
	S_s−D 1	H−, V−		228	1775
	S_s−1 1			86	1775
	S_s−1 2			112	1775
	S_s−1 3			111	1775
	S_s−1 4			102	1775
	S_s−2 1			168	1775
	S_s−2 2			155	1775
	S_s−3 1	H+, V+		172	1775
	S_s−3 1	H−, V+		180	1775

表 3.4－28 (2)　屋外二重管下の地盤改良体①の支持性能評価結果
（C’－C’断面・地盤改良体基礎構造部）
（検討ケース②～⑥：ばらつきケース）

二重管径	地震波	位相	検討ケース	最大接地圧 (kN/m^2)	極限支持力度 (kN/m^2)
φ1800	S_s－３１	H＋，V＋	②	134	1775
	S_s－３１	H＋，V＋	③	134	1775
	S_s－３１	H＋，V＋	④	120	1775
	S_s－３１	H＋，V＋	⑤	127	1775
	S_s－３１	H＋，V＋	⑥	127	1775
φ2000	S_s－３１	H＋，V＋	②	167	1775
	S_s－３１	H＋，V＋	③	180	1775
	S_s－３１	H＋，V＋	④	194	1775
	S_s－３１	H＋，V＋	⑤	177	1775
	S_s－３１	H＋，V＋	⑥	171	1775

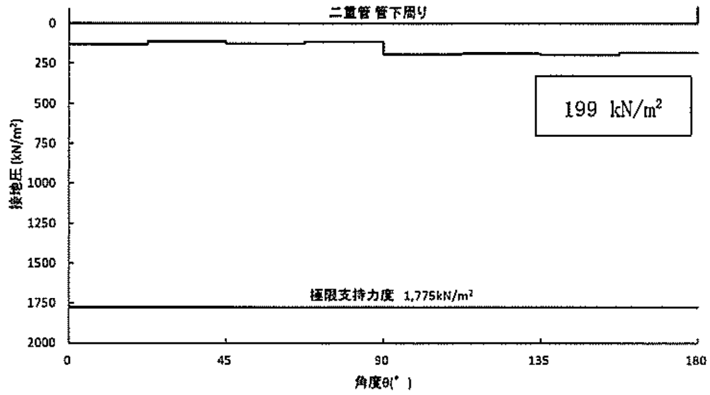


図 3.4－29（1）　Ｂ－Ｂ断面の接地圧分布図
（二重管本体径：ϕ1800，地震波：Ｓ$_s$－Ｄ１〔Ｈ＋，Ｖ＋〕，
検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース））

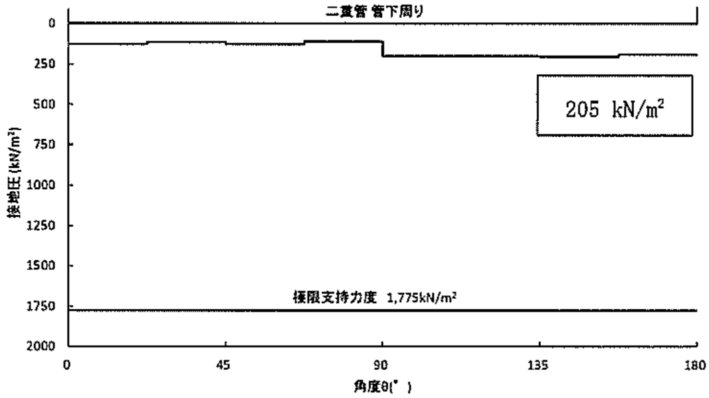


図 3.4－29（2）　Ｂ－Ｂ断面の接地圧分布図
（二重管本体径：ϕ1800，地震波：Ｓ$_s$－Ｄ１〔Ｈ＋，Ｖ－〕，
検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース））

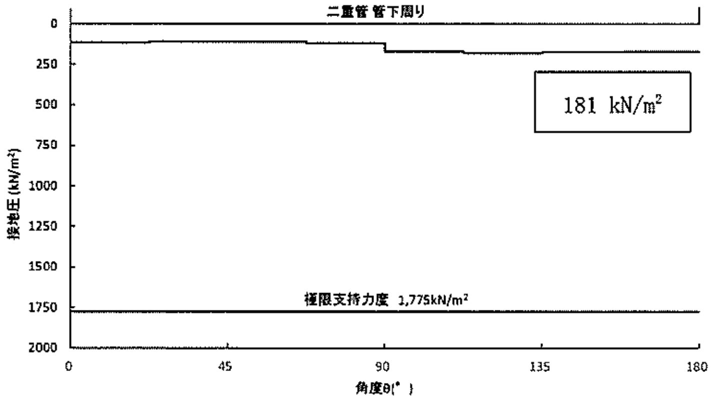


図 3.4－29（3）　Ｂ－Ｂ断面の接地圧分布図
（二重管本体径：ϕ1800，地震波：Ｓ$_s$－Ｄ１〔Ｈ－，Ｖ＋〕，検討ケース①：原地盤に基づく
液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース））

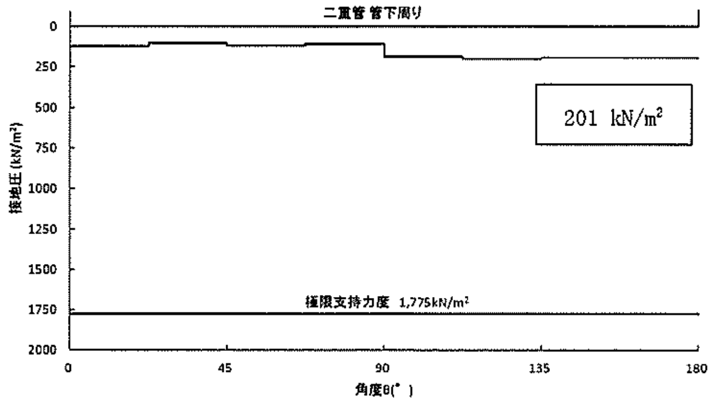


図 3.4－29 (4)　　Ｂ－Ｂ断面の接地圧分布図

（二重管本体径：φ1800，地震波：Ｓ$_s$－Ｄ１〔Ｈ－，Ｖ－〕，

検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース））

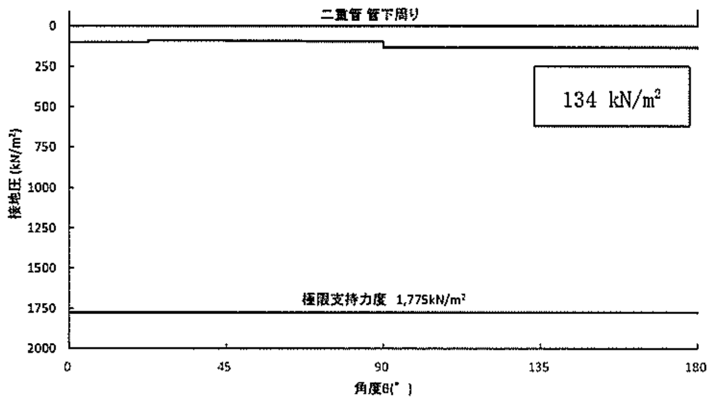


図 3.4－29 (5)　　Ｂ－Ｂ断面の接地圧分布図

（二重管本体径：φ1800，地震波：Ｓ$_s$－１１，

検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース））

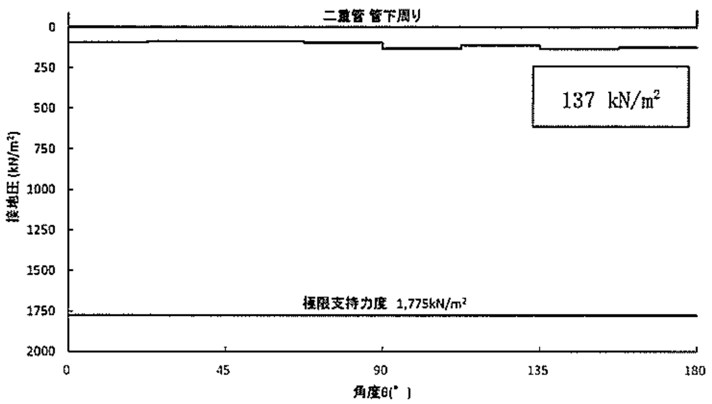


図 3.4－29 (6)　　Ｂ－Ｂ断面の接地圧分布図

（二重管本体径：φ1800，地震波：Ｓ$_s$－１２，

検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース））

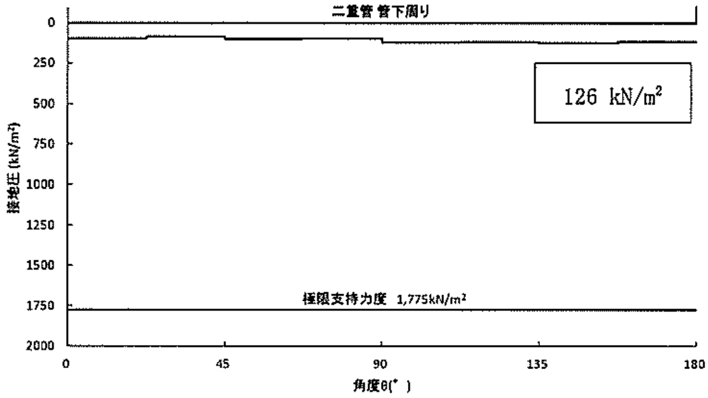


図 3.4−29 (7)　B−B断面の接地圧分布図
(二重管本体径：φ1800，地震波：S_s−１３，
検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース))

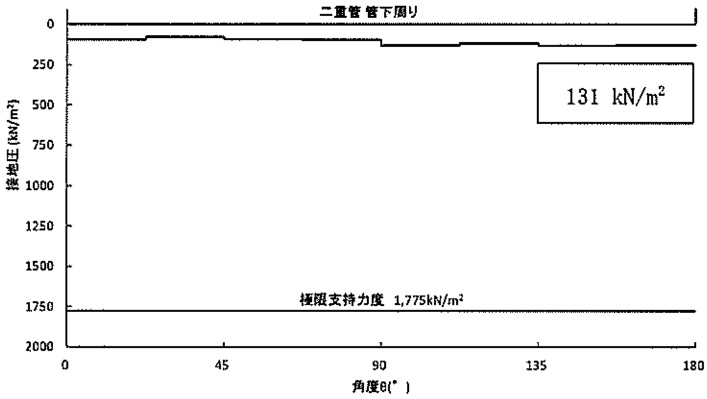


図 3.4−29 (8)　B−B断面の接地圧分布図
(二重管本体径：φ1800，地震波：S_s−１４，
検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース))

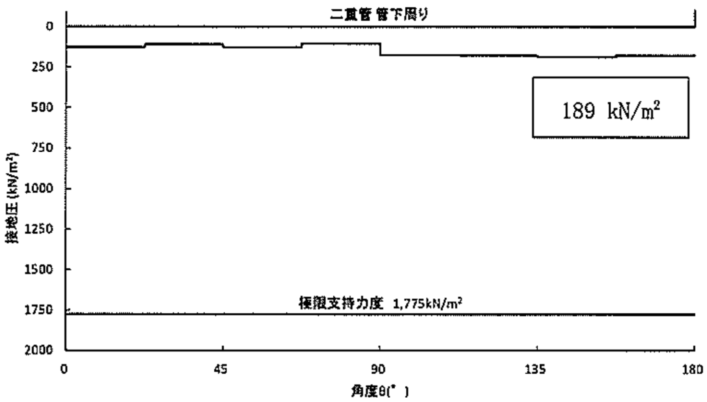


図 3.4−29 (9)　B−B断面の接地圧分布図
(二重管本体径：φ1800，地震波：S_s−２１，検討ケース①：原地盤に基づく
液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース))

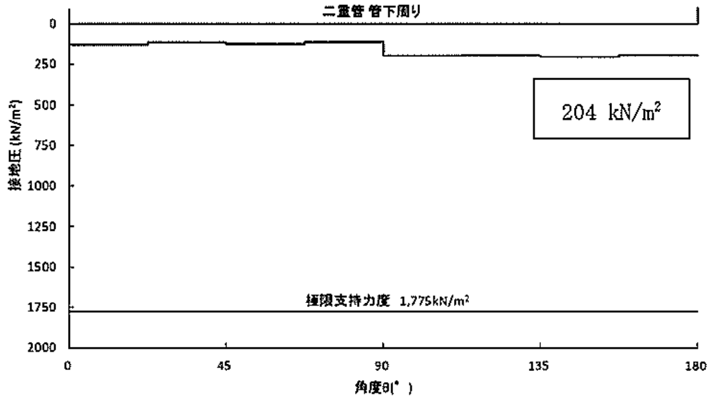


図 3.4—29 (10)　B－B断面の接地圧分布図
(二重管本体径：φ1800，地震波：Ｓ$_s$－２２，
検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース))

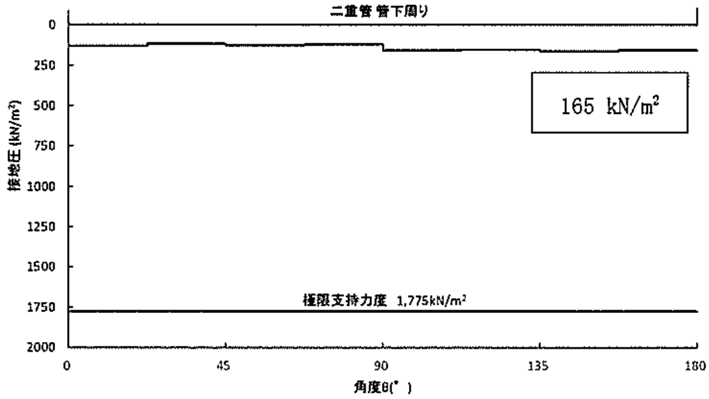


図 3.4—29 (11)　B－B断面の接地圧分布図
(二重管本体径：φ1800，地震波：Ｓ$_s$－３１〔H＋, V＋〕，
検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース))

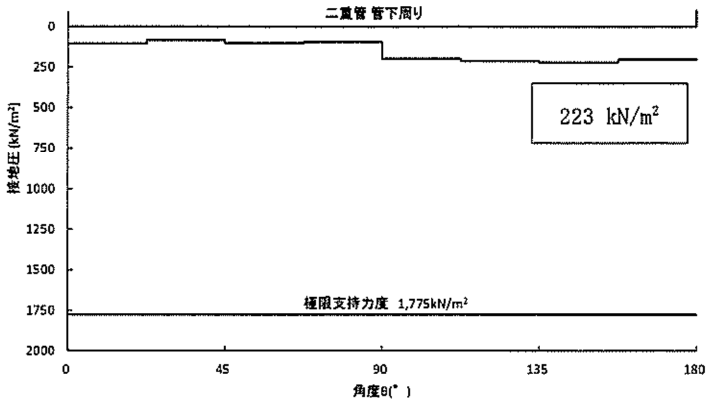


図 3.4—29 (12) B－B断面の接地圧分布図
(二重管本体径：φ1800，地震波：Ｓ$_s$－３１〔H－, V＋〕，
検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース))

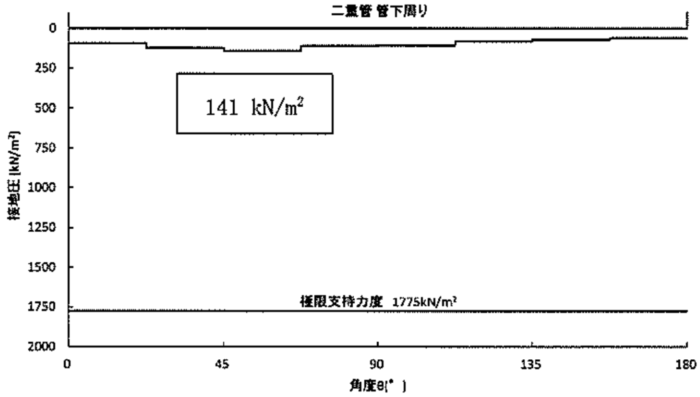


図 3.4－29（13）　Ｂ－Ｂ断面の接地圧分布図
（二重管本体径：φ1800，地震波：Ｓｓ－１２，
検討ケース②：地盤物性のばらつきを考慮（＋1σ）した解析ケース）

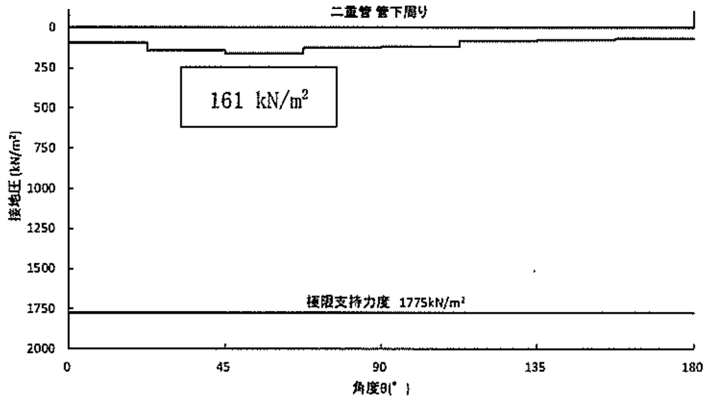


図 3.4－29（14）　Ｂ－Ｂ断面の接地圧分布図
（二重管本体径：φ1800，地震波：Ｓｓ－１２，
検討ケース③：地盤物性のばらつきを考慮（－1σ）した解析ケース）

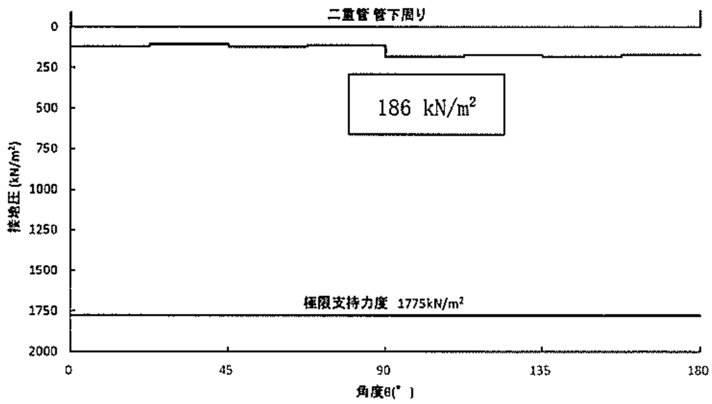


図 3.4－29（15）　Ｂ－Ｂ断面の接地圧分布図
（二重管本体径：φ1800，地震波：Ｓｓ－Ｄ１〔Ｈ＋，Ｖ－〕，検討ケース④：敷地に存在しない
豊浦標準砂の液状化強度特性により地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース）

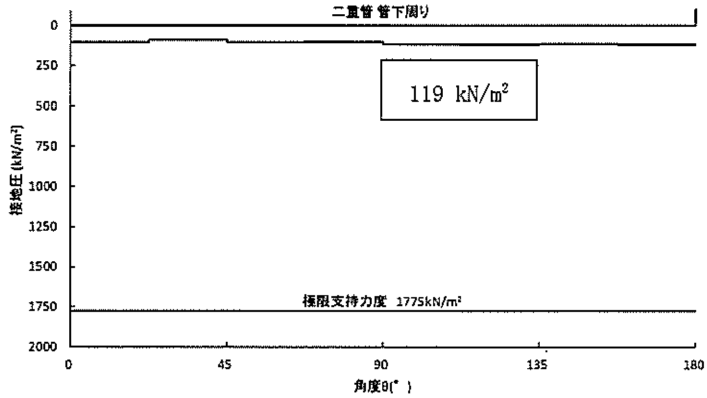


図 3.4－29（16）　Ｂ－Ｂ断面の接地圧分布図

（二重管本体径：ϕ1800，地震波：S_s－１２，検討ケース④：敷地に存在しない

豊浦標準砂の液状化強度特性により地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース）

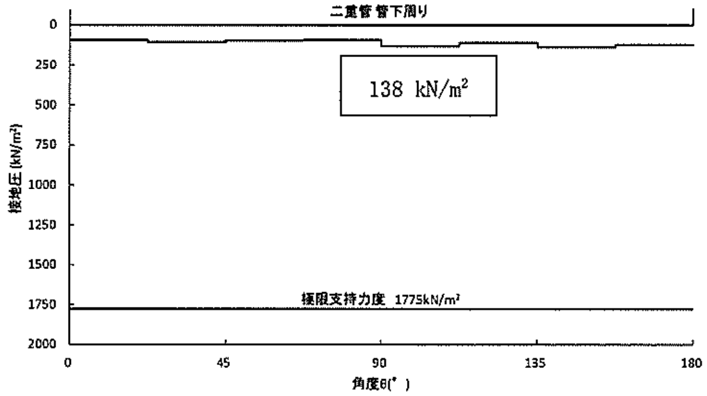


図 3.4－29（17）　Ｂ－Ｂ断面の接地圧分布図

（二重管本体径：ϕ1800，地震波：S_s－１２，

検討ケース⑤：原地盤において非液状化の条件を仮定した解析ケース）

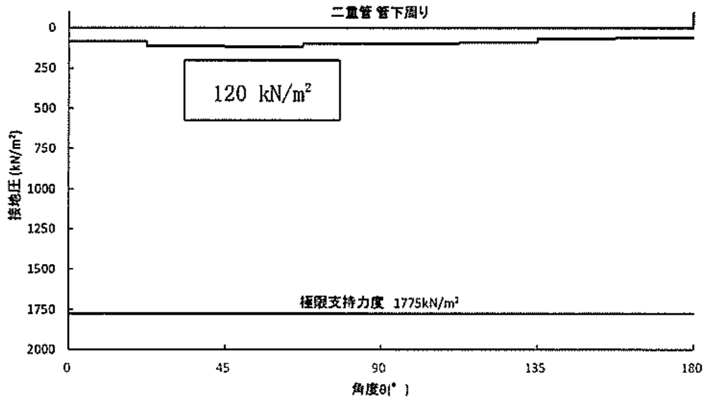


図 3.4－29（18）　Ｂ－Ｂ断面の接地圧分布図

（二重管本体径：ϕ1800，地震波：S_s－１２，

検討ケース⑥：地盤物性のばらつきを考慮（＋1σ）して非液状化の条件を仮定した解析ケース）

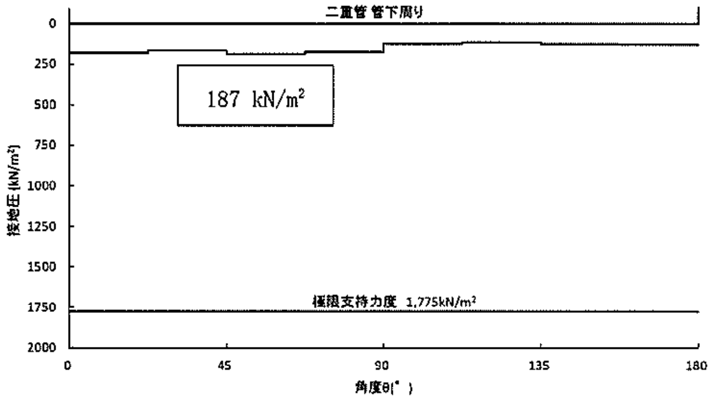


図 3.4－29（19）　B－B断面の接地圧分布図
（二重管本体径：ϕ2000，地震波：S_s－D１〔H＋，V＋〕，
検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース））

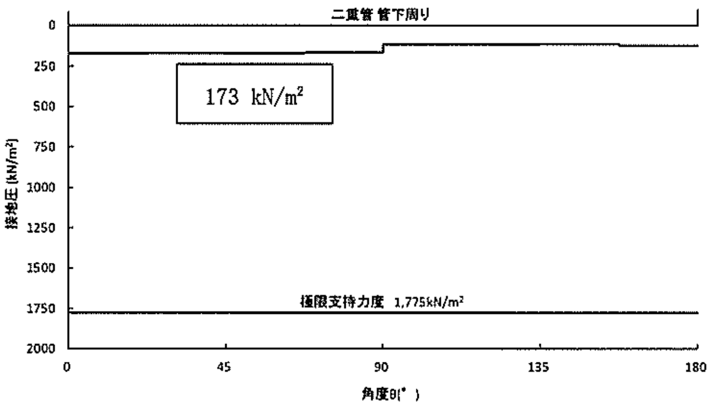


図 3.4－29（20）　B－B断面の接地圧分布図
（二重管本体径：ϕ2000，地震波：S_s－D１〔H＋，V－〕，
検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース））

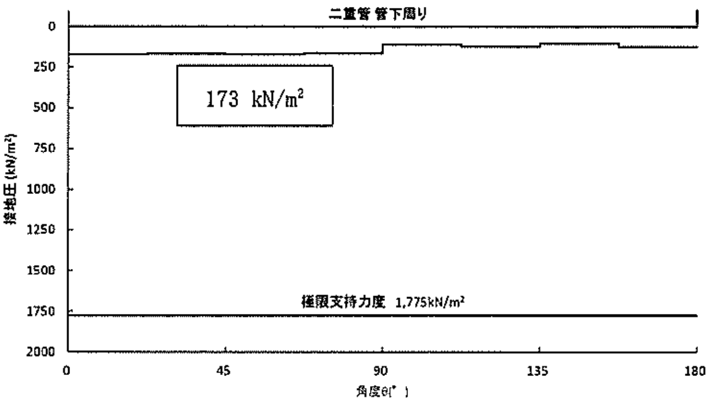


図 3.4－29（21）　B－B断面の接地圧分布図
（二重管本体径：ϕ2000，地震波：S_s－D１〔H－，V＋〕，
検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース））

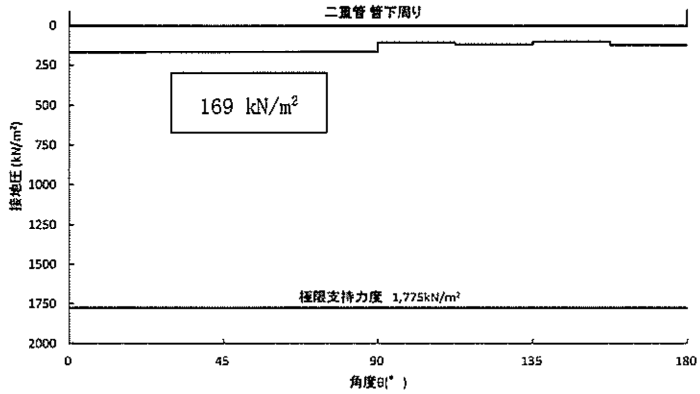


図 3. 4－29 (22)　　Ｂ－Ｂ断面の接地圧分布図
（二重管本体径：ϕ2000，地震波：Ｓ$_s$－Ｄ１〔Ｈ－，Ｖ－〕，
検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース））

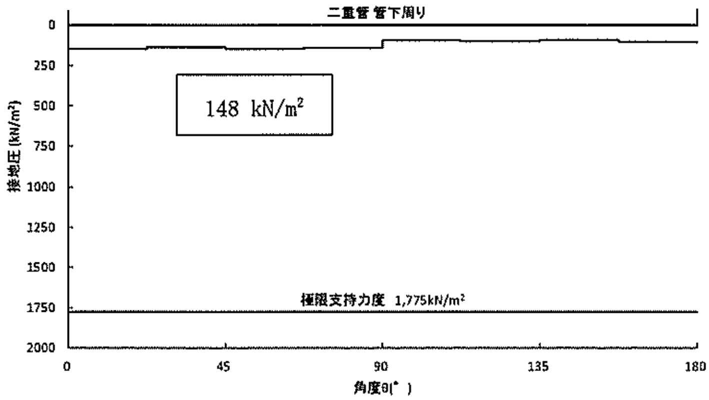


図 3. 4－29 (23)　　Ｂ－Ｂ断面の接地圧分布図
（二重管本体径：ϕ2000，地震波：Ｓ$_s$－１１，
検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース））

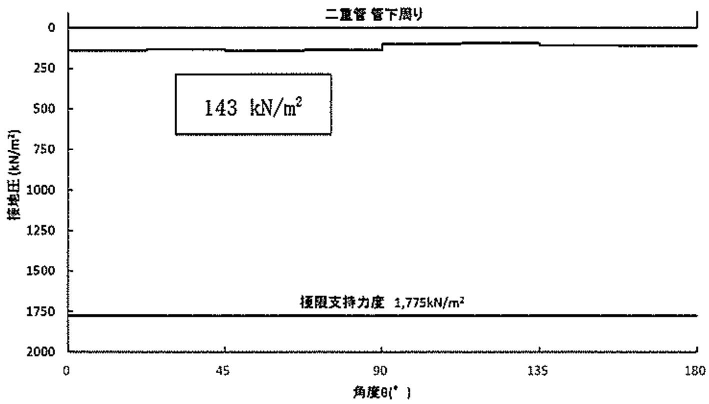


図 3. 4－29 (24)　　Ｂ－Ｂ断面の接地圧分布図
（二重管本体径：ϕ2000，地震波：Ｓ$_s$－１２，
検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース））

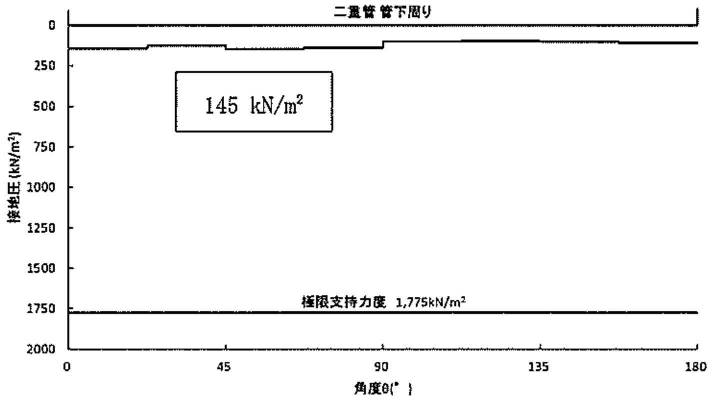


図 3.4－29 (25)　　Ｂ－Ｂ断面の接地圧分布図

(二重管本体径：φ2000，地震波：Ｓ$_s$－１３，

検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース))

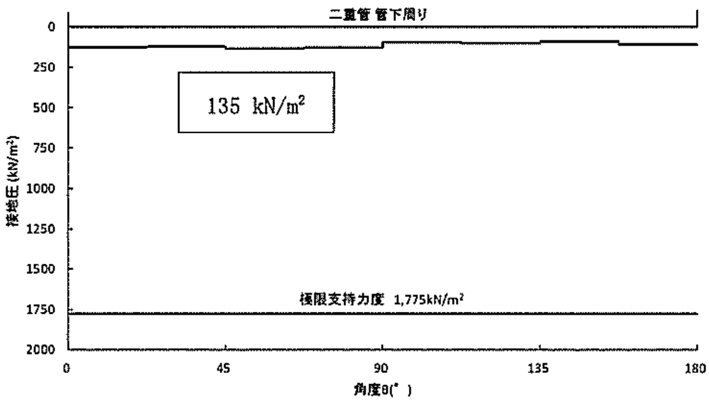


図 3.4－29 (26)　　Ｂ－Ｂ断面の接地圧分布図

(二重管本体径：φ2000，地震波：Ｓ$_s$－１４，

検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース))

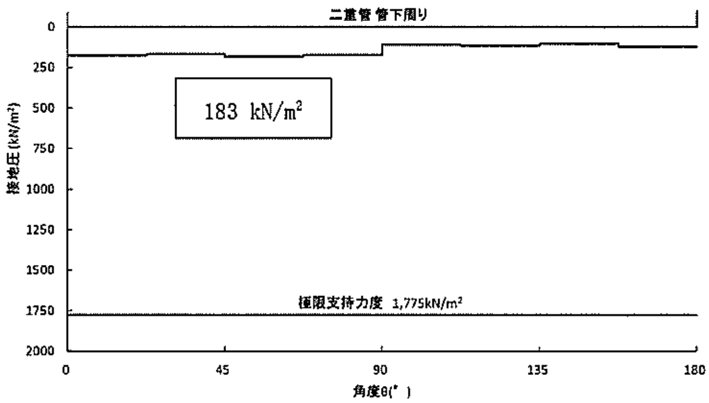


図 3.4－29 (27)　　Ｂ－Ｂ断面の接地圧分布図

(二重管本体径：φ2000，地震波：Ｓ$_s$－２１，

検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース))

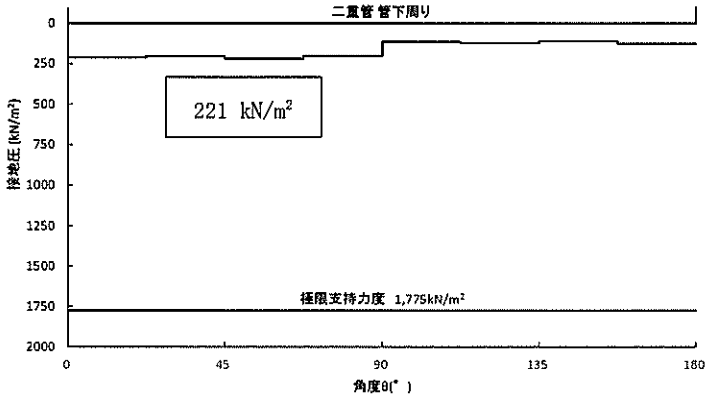


図 3. 4−29 (28)　B−B断面の接地圧分布図
(二重管本体径：φ2000，地震波：Ｓｓ−２２，
検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース))

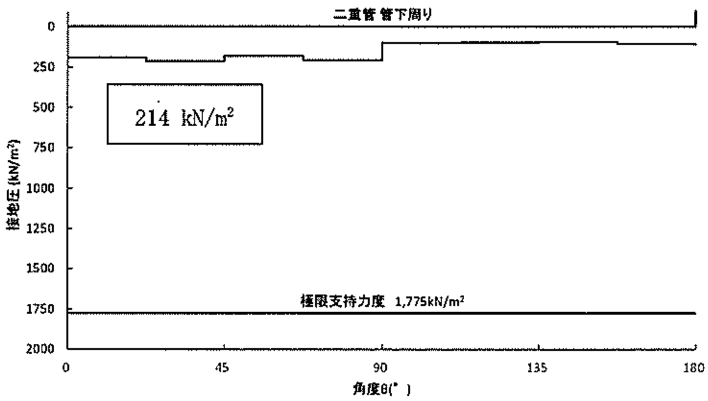


図 3. 4−29 (29)　B−B断面の接地圧分布図
(二重管本体径：φ2000，地震波：Ｓｓ−３１〔H＋, V＋〕,
検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース))

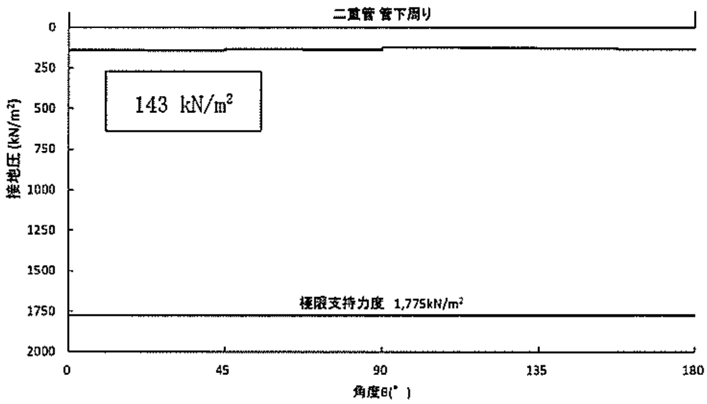


図 3. 4−29 (30)　B−B断面の接地圧分布図
(二重管本体径：φ2000，地震波：Ｓｓ−３１〔H−, V＋〕,
検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース))

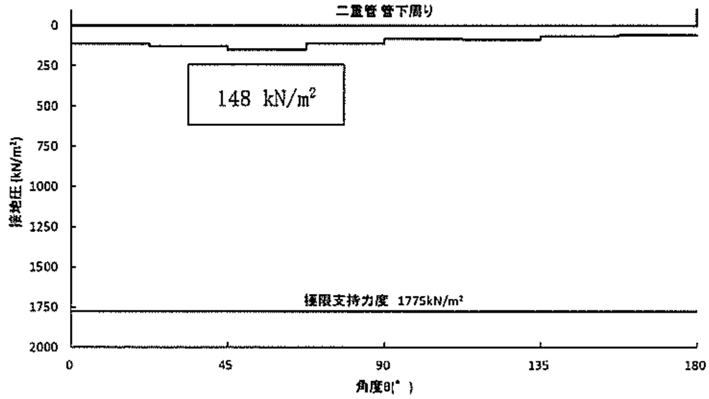


図 3.4－29（31）　Ｂ－Ｂ断面の接地圧分布図
（二重管本体径：φ2000，地震波：Ｓ$_s$－１２，
検討ケース②：地盤物性のばらつきを考慮（＋1σ）した解析ケース）

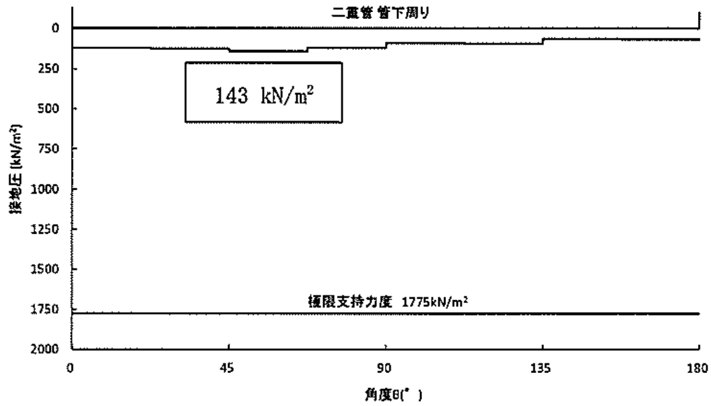


図 3.4－29（32）　Ｂ－Ｂ断面の接地圧分布図
（二重管本体径：φ2000，地震波：Ｓ$_s$－１２，
検討ケース③：地盤物性のばらつきを考慮（－1σ）した解析ケース）

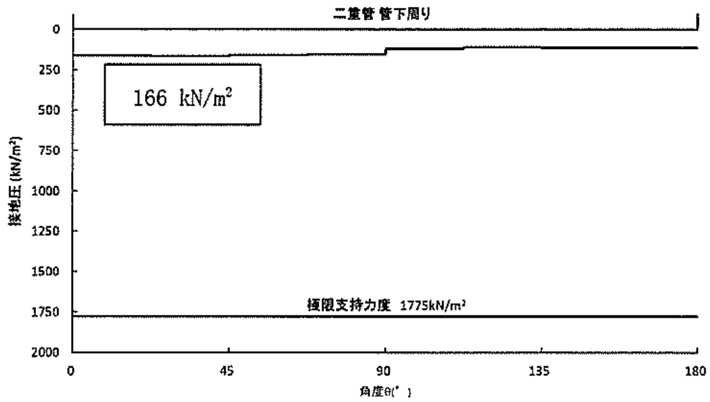


図 3.4－29（33）　Ｂ－Ｂ断面の接地圧分布図
（二重管本体径：φ2000，地震波：Ｓ$_s$－Ｄ１〔Ｈ＋，Ｖ－〕，検討ケース④：敷地に存在しない
豊浦標準砂の液状化強度特性により地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース）

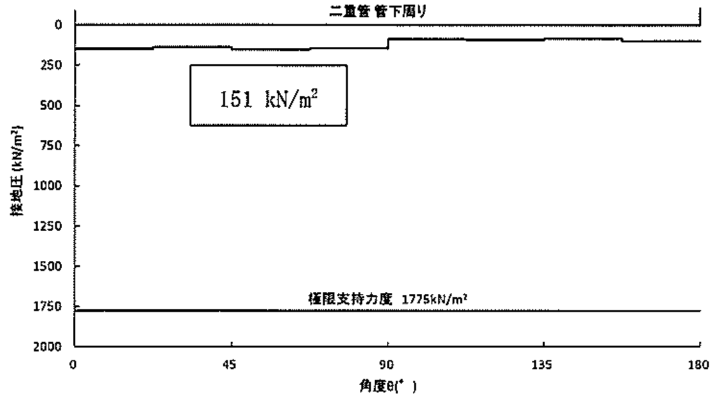


図 3.4－29（34）　Ｂ－Ｂ断面の接地圧分布図

（二重管本体径：φ2000，地震波：Ｓｓ－１２，検討ケース④：敷地に存在しない

豊浦標準砂の液状化強度特性により地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース）

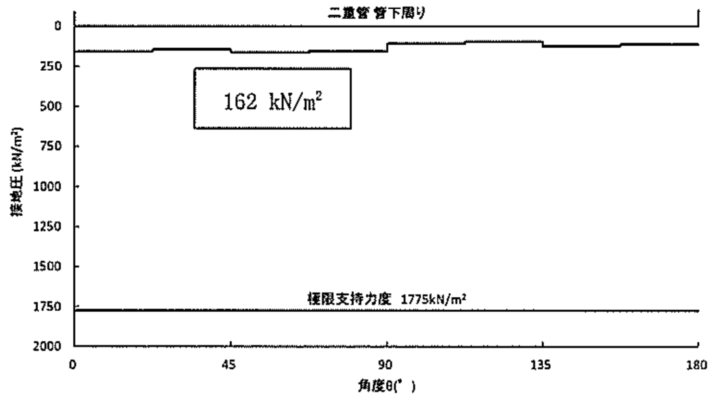


図 3.4－29（35）　Ｂ－Ｂ断面の接地圧分布図

（二重管本体径：φ2000，地震波：Ｓｓ－１２，

検討ケース⑤：原地盤において非液状化の条件を仮定した解析ケース）

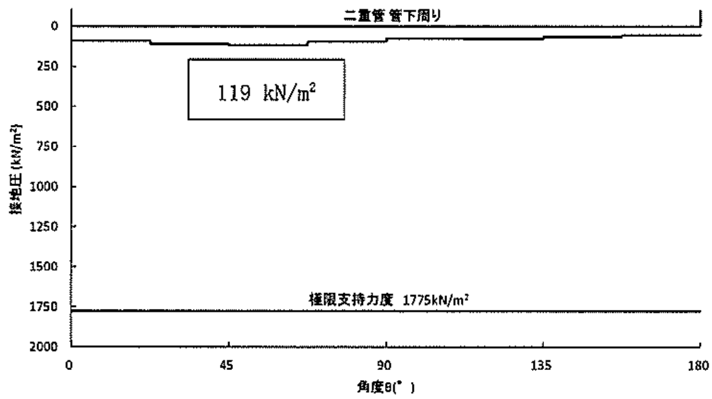


図 3.4－29（36）　Ｂ－Ｂ断面の接地圧分布図

（二重管本体径：φ2000，地震波：Ｓｓ－１２，

検討ケース⑥：地盤物性のばらつきを考慮（＋1σ）して非液状化の条件を仮定した解析ケース）

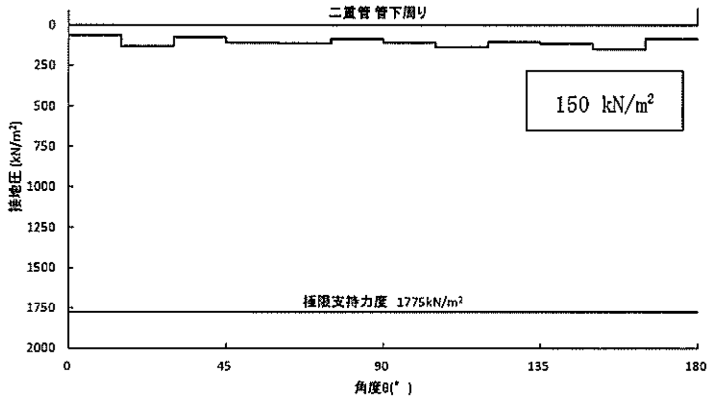


図 3.4－30（1） C－C断面（杭基礎構造部）の接地圧分布図
（二重管本体径：φ1800，地震波：S$_s$－D１〔H＋，V＋〕，
検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース））

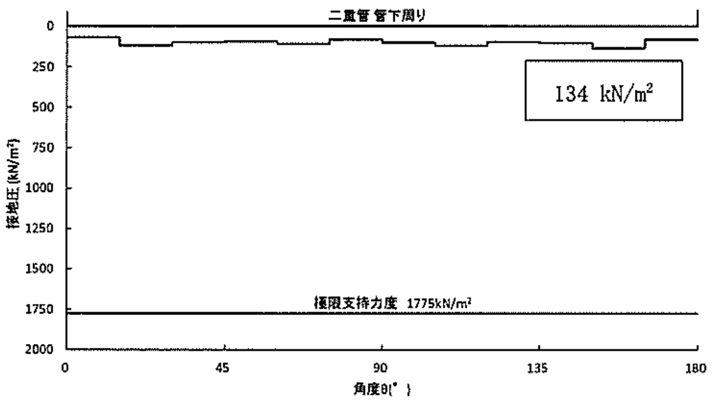


図 3.4－30（2） C－C断面（杭基礎構造部）の接地圧分布図
（二重管本体径：φ1800，地震波：S$_s$－D１〔H＋，V－〕，
検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース））

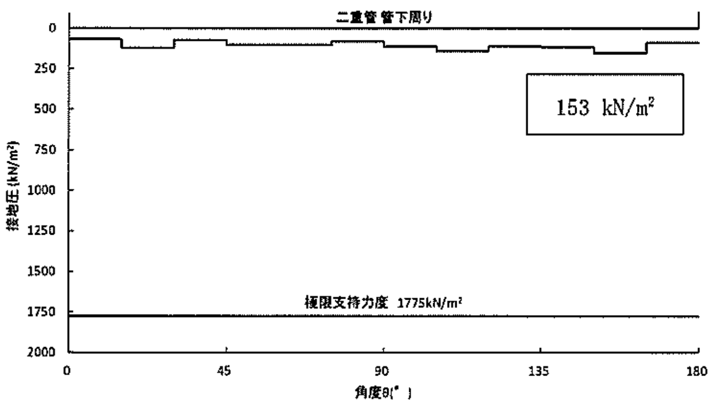


図 3.4－30（3） C－C断面（杭基礎構造部）の接地圧分布図
（二重管本体径：φ1800，地震波：S$_s$－D１〔H－，V＋〕，
検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース））

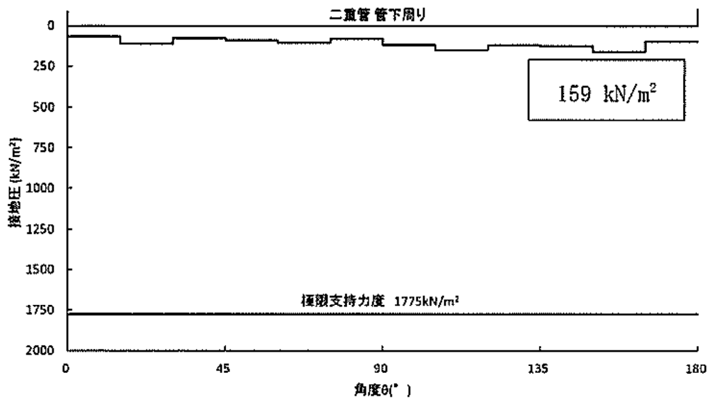


図 3.4−30 (4)　C−C断面（杭基礎構造部）の接地圧分布図
（二重管本体径：φ1800，地震波：S_s−D１〔H−，V−〕，
検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース））

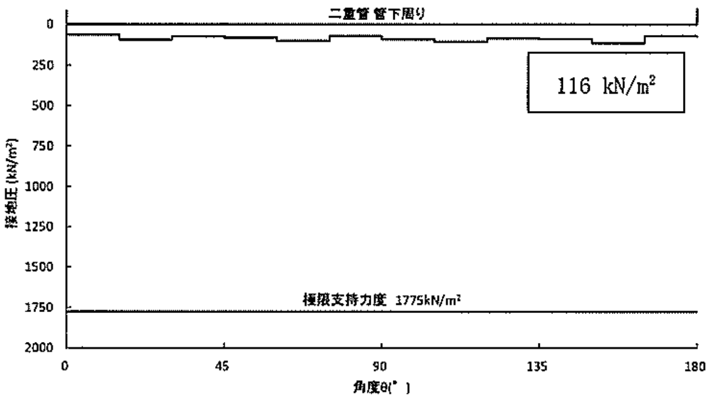


図 3.4−30 (5)　C−C断面（杭基礎構造部）の接地圧分布図
（二重管本体径：φ1800，地震波：S_s−１１，
検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース））

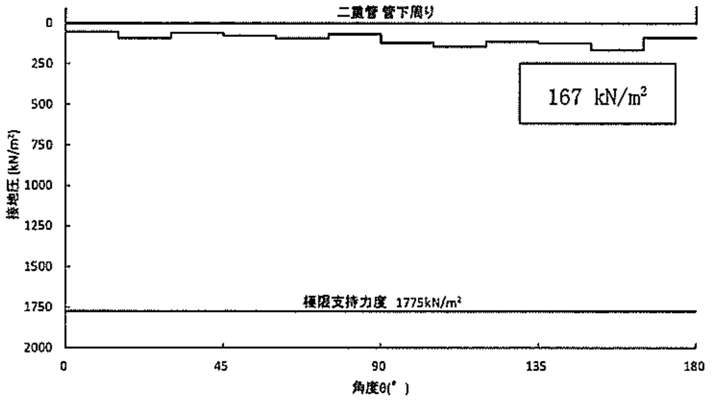


図 3.4−30 (6)　C−C断面（杭基礎構造部）の接地圧分布図
（二重管本体径：φ1800，地震波：S_s−１２，
検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース））

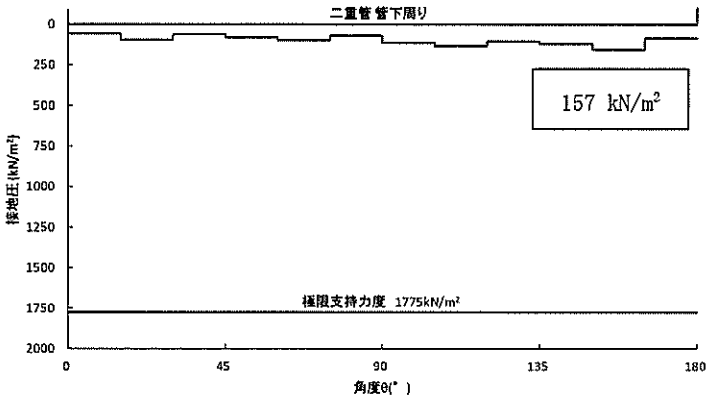


図 3.4−30 (7)　C−C断面（杭基礎構造部）の接地圧分布図
（二重管本体径：φ1800，地震波：Ｓ$_{s}$−１３，
検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース））

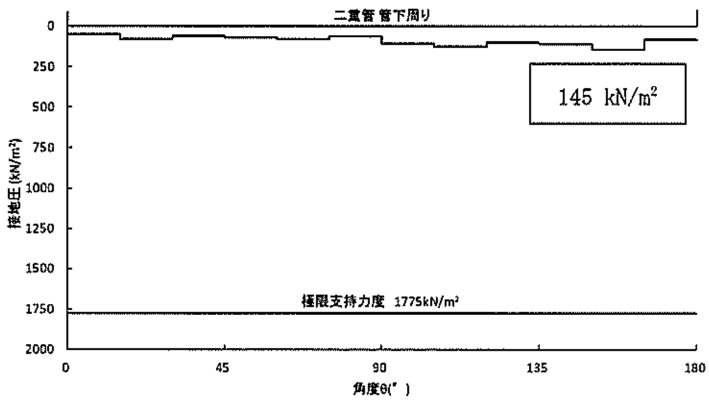


図 3.4−30 (8)　C−C断面（杭基礎構造部）の接地圧分布図
（二重管本体径：φ1800，地震波：Ｓ$_{s}$−１４，
検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース））

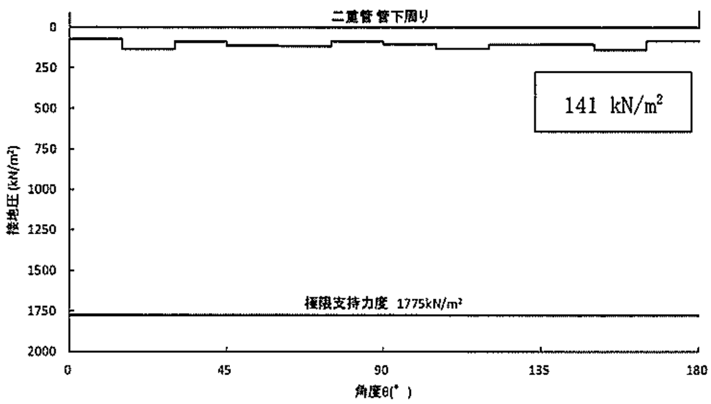


図 3.4−30 (9)　C−C断面（杭基礎構造部）の接地圧分布図
（二重管本体径：φ1800，地震波：Ｓ$_{s}$−２１，
検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース））

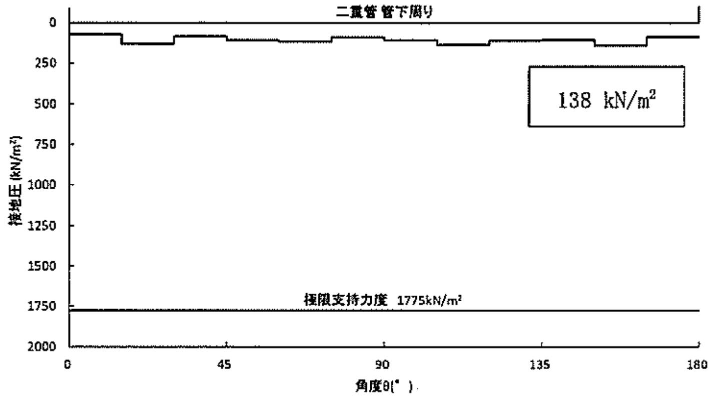


図 3.4－30（10）　C－C断面（杭基礎構造部）の接地圧分布図
（二重管本体径：ϕ1800，地震波：Ｓ$_s$－２２，
検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース））

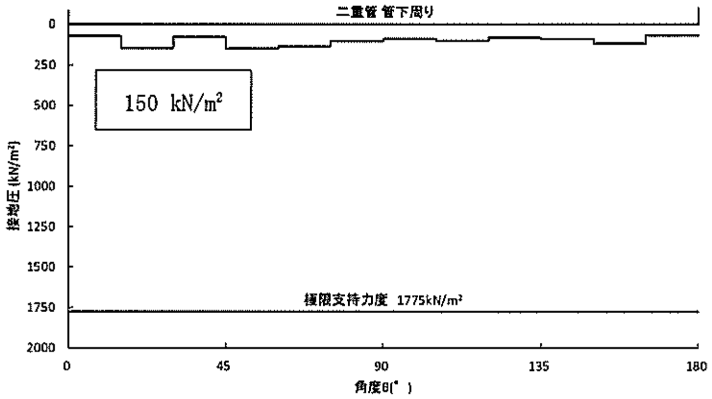


図 3.4－30（11）　C－C断面（杭基礎構造部）の接地圧分布図
（二重管本体径：ϕ1800，地震波：Ｓ$_s$－３１〔H＋，V＋〕，
検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース））

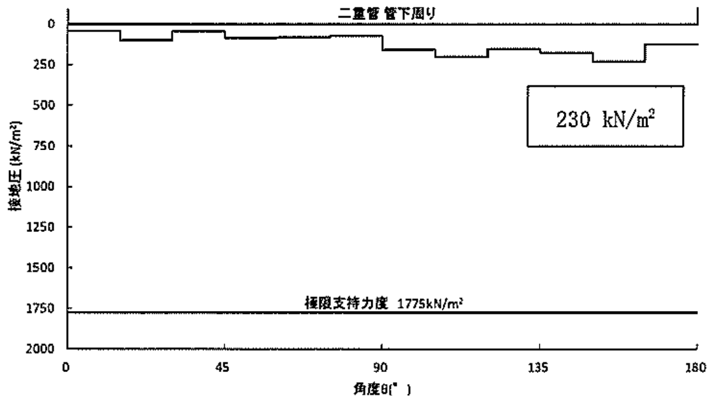


図 3.4－30（12）　C－C断面（杭基礎構造部）の接地圧分布図
（二重管本体径：ϕ1800，地震波：Ｓ$_s$－３１〔H－，V＋〕，
検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース））

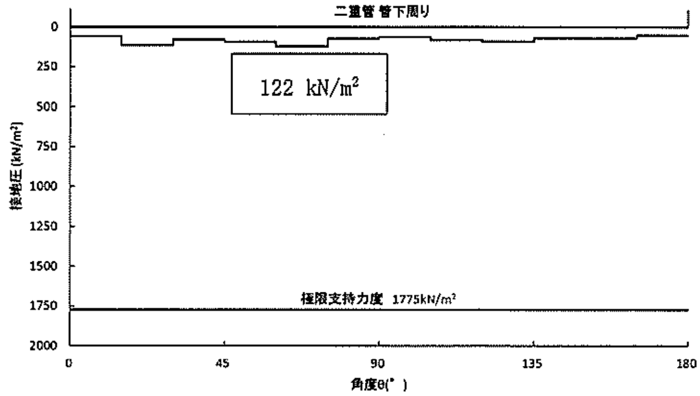


図3.4－30（13）　C－C断面（杭基礎構造部）の接地圧分布図
（二重管本体径：φ1800，地震波：Ｓ$_s$－Ｄ１〔Ｈ－，Ｖ－〕，
検討ケース②：地盤物性のばらつきを考慮（＋1σ）した解析ケース）

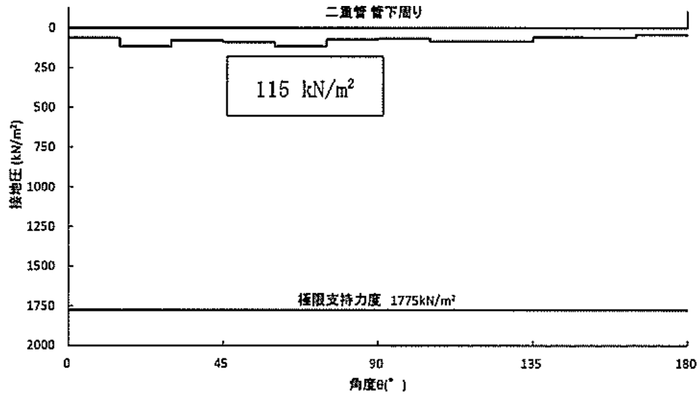


図3.4－30（14）　C－C断面（杭基礎構造部）の接地圧分布図
（二重管本体径：φ1800，地震波：Ｓ$_s$－Ｄ１〔Ｈ－，Ｖ－〕，
検討ケース③：地盤物性のばらつきを考慮（－1σ）した解析ケース）

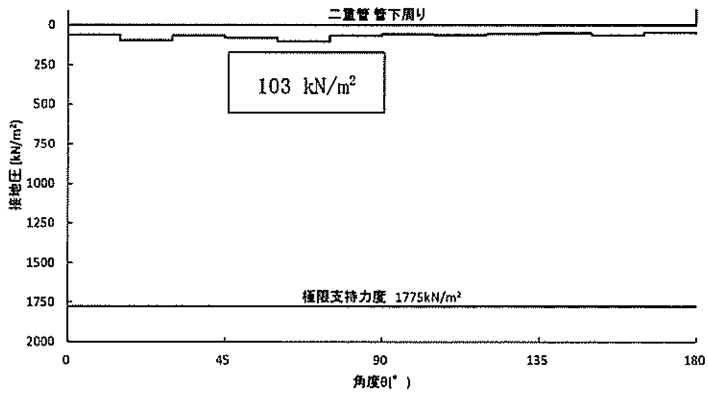


図3.4－30（15）　C－C断面（杭基礎構造部）の接地圧分布図
（二重管本体径：φ1800，地震波：Ｓ$_s$－Ｄ１〔Ｈ－，Ｖ＋〕，検討ケース④：敷地に存在しない
豊浦標準砂の液状化強度特性により地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース）

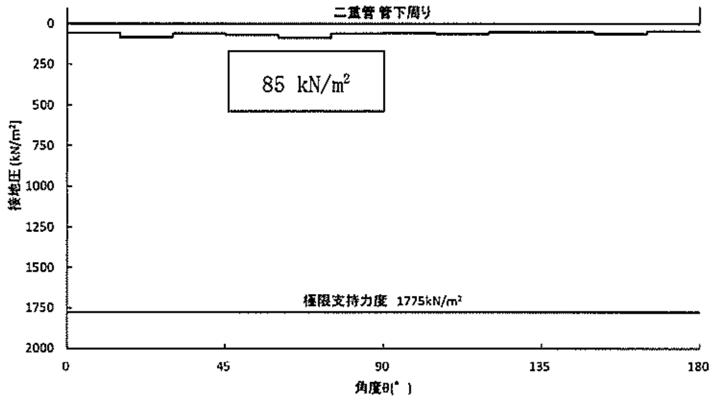


図 3.4－30（16）　C－C断面（杭基礎構造部）の接地圧分布図

（二重管本体径：φ1800，地震波：S_s－D１〔H－，V－〕，検討ケース④：敷地に存在しない豊浦標準砂の液状化強度特性により地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース）

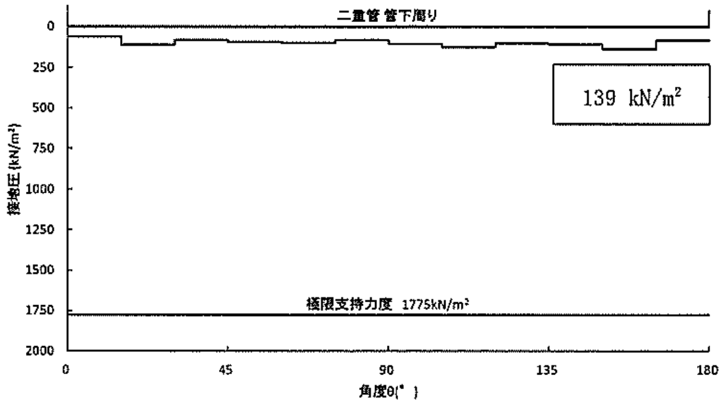


図 3.4－30（17）　C－C断面（杭基礎構造部）の接地圧分布図

（二重管本体径：φ1800，地震波：S_s－D１〔H－，V－〕，

検討ケース⑤：原地盤において非液状化の条件を仮定した解析ケース）

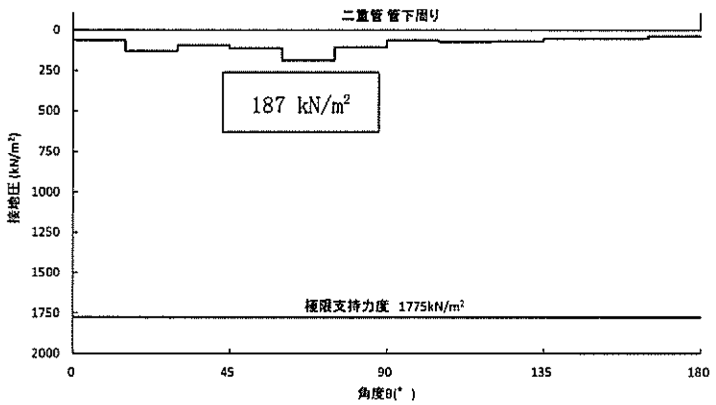


図 3.4－30（18）　C－C断面（杭基礎構造部）の接地圧分布図

（二重管本体径：φ1800，地震波：S_s－D１〔H－，V－〕，

検討ケース⑥：地盤物性のばらつきを考慮（＋1σ）して非液状化の条件を仮定した解析ケース）

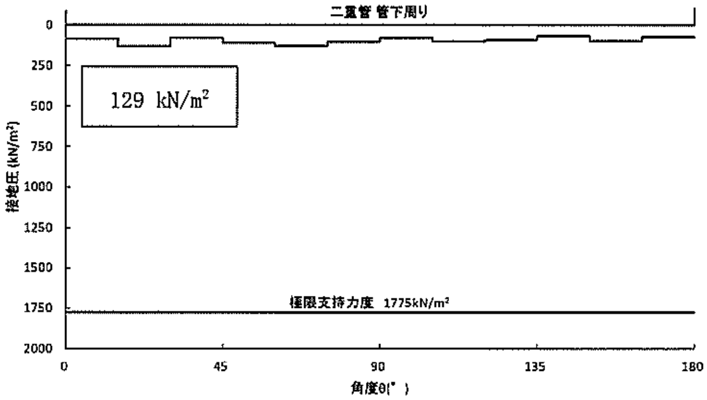


図 3.4－30（19）　C－C断面（杭基礎構造部）の接地圧分布図
（二重管本体径：ϕ2000，地震波：S_s－D１〔H＋，V＋〕，
検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース））

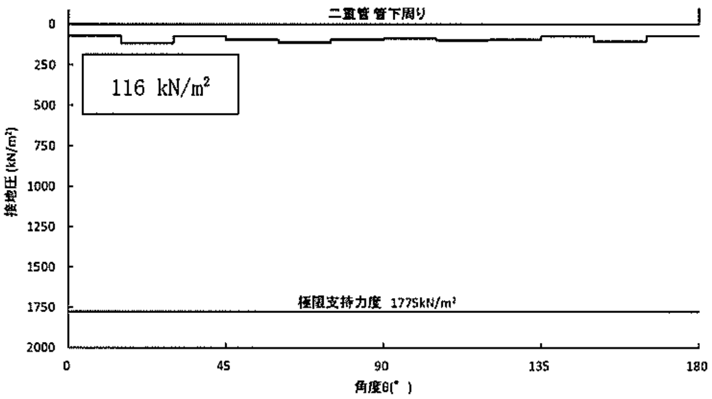


図 3.4－30（20）　C－C断面（杭基礎構造部）の接地圧分布図
（二重管本体径：ϕ2000，地震波：S_s－D１〔H＋，V－〕，
検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース））

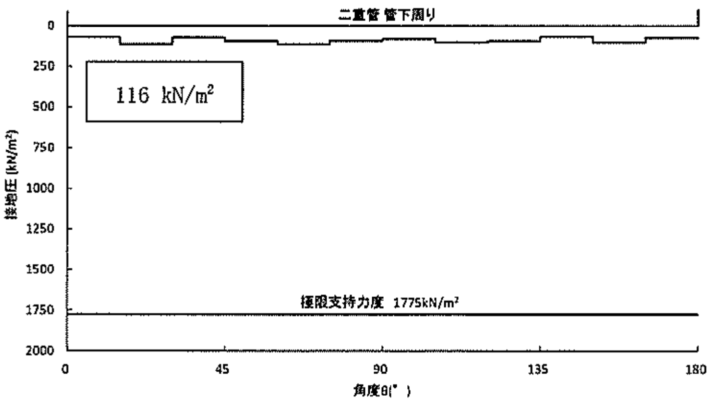


図 3.4－30（21）　C－C断面（杭基礎構造部）の接地圧分布図
（二重管本体径：ϕ2000，地震波：S_s－D１〔H－，V＋〕，
検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース））

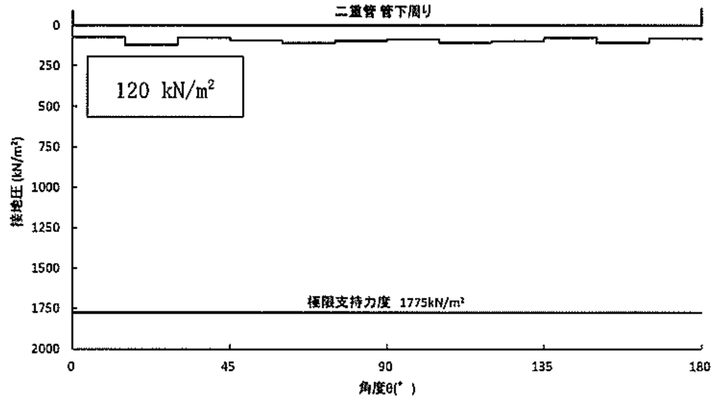


図 3.4－30（22）　C－C断面（杭基礎構造部）の接地圧分布図
（二重管本体径：φ2000，地震波：Ｓｓ－Ｄ１〔Ｈ－，Ｖ－〕，
検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース））

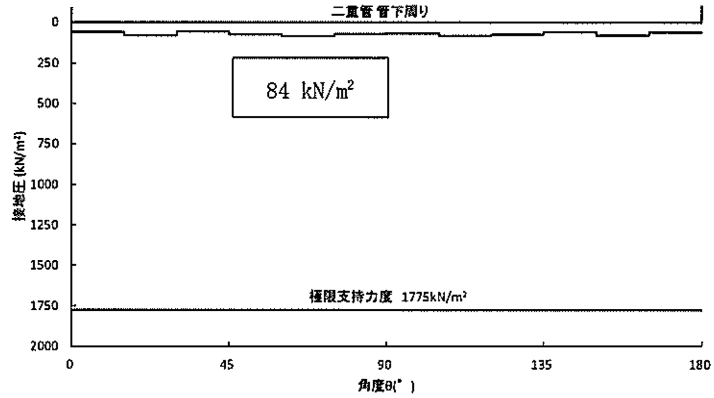


図 3.4－30（23）　C－C断面（杭基礎構造部）の接地圧分布図
（二重管本体径：φ2000，地震波：Ｓｓ－１１，
検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース））

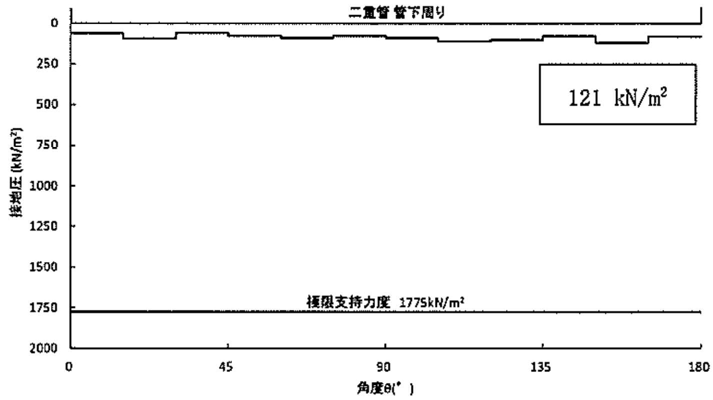


図 3.4－30（24）　C－C断面（杭基礎構造部）の接地圧分布図
（二重管本体径：φ2000，地震波：Ｓｓ－１２，
検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース））

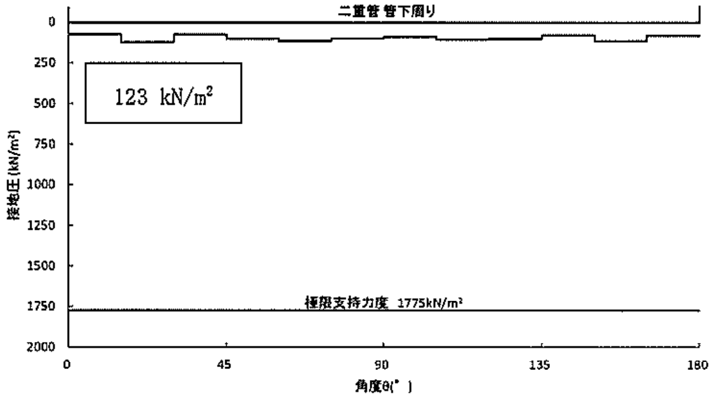


図 3.4－30（25）　Ｃ－Ｃ断面（杭基礎構造部）の接地圧分布図
（二重管本体径：φ2000，地震波：Ｓ$_{s}$－１３，
検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース））

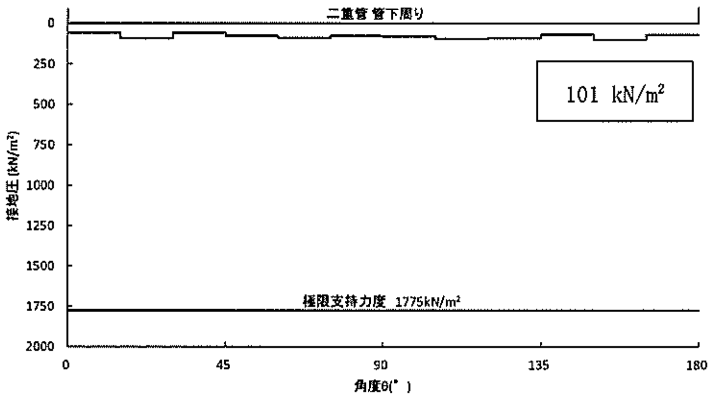


図 3.4－30（26）　Ｃ－Ｃ断面（杭基礎構造部）の接地圧分布図
（二重管本体径：φ2000，地震波：Ｓ$_{s}$－１４，
検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース））

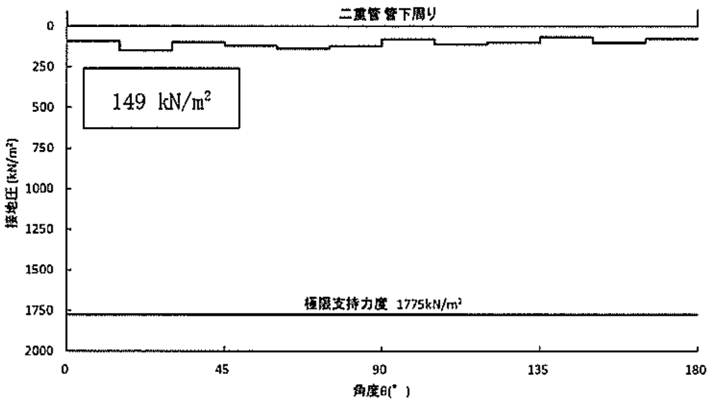


図 3.4－30（27）　Ｃ－Ｃ断面（杭基礎構造部）の接地圧分布図
（二重管本体径：φ2000，地震波：Ｓ$_{s}$－２１，
検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース））

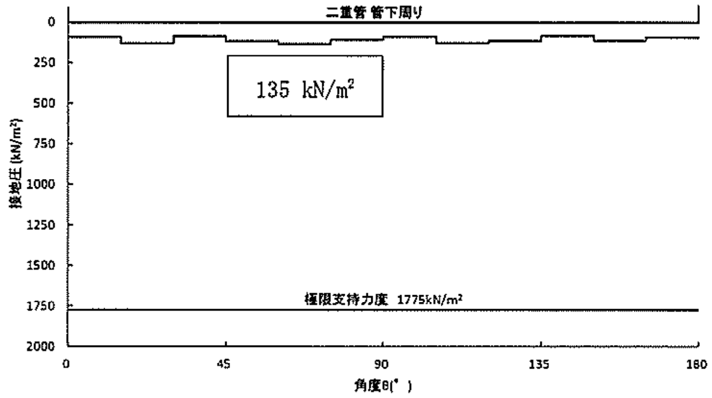


図 3.4−30（28） C−C断面（杭基礎構造部）の接地圧分布図
（二重管本体径：φ2000，地震波：S_s−２２，
検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース））

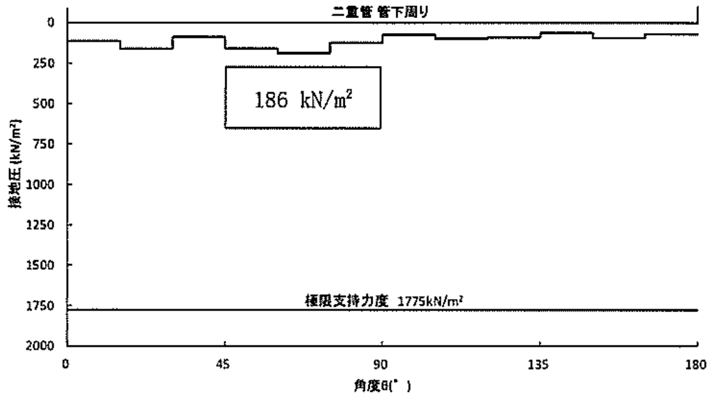


図 3.4−30（29） C−C断面（杭基礎構造部）の接地圧分布図
（二重管本体径：φ2000，地震波：S_s−３１〔H+，V+〕，
検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース））

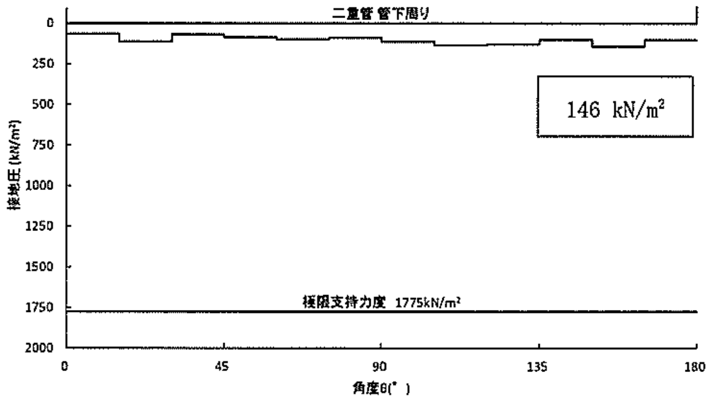


図 3.4−30（30） C−C断面（杭基礎構造部）の接地圧分布図
（二重管本体径：φ2000，地震波：S_s−３１〔H−，V+〕，
検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース））

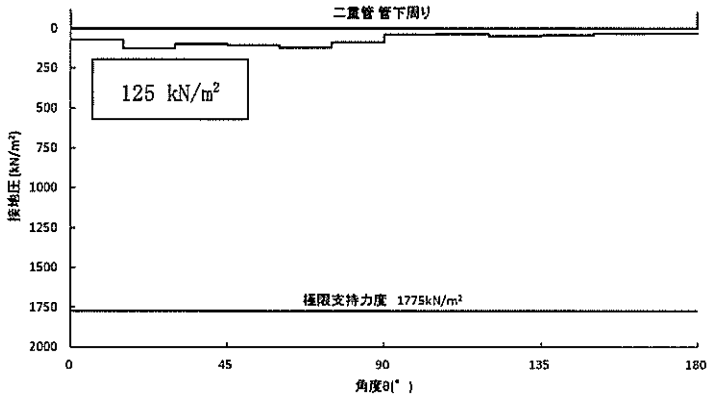


図 3.4－30（31） C－C断面（杭基礎構造部）の接地圧分布図
（二重管本体径：ϕ2000，地震波：S_s－D1〔H－，V－〕，
検討ケース②：地盤物性のばらつきを考慮（＋1σ）した解析ケース）

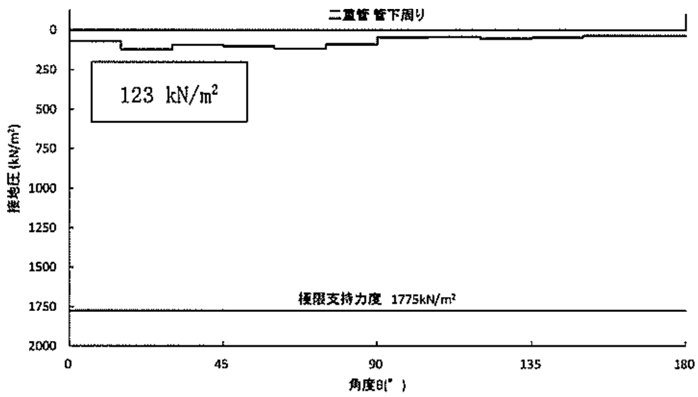


図 3.4－30（32） C－C断面（杭基礎構造部）の接地圧分布図
（二重管本体径：ϕ2000，地震波：S_s－D1〔H－，V－〕，
検討ケース③：地盤物性のばらつきを考慮（－1σ）した解析ケース）

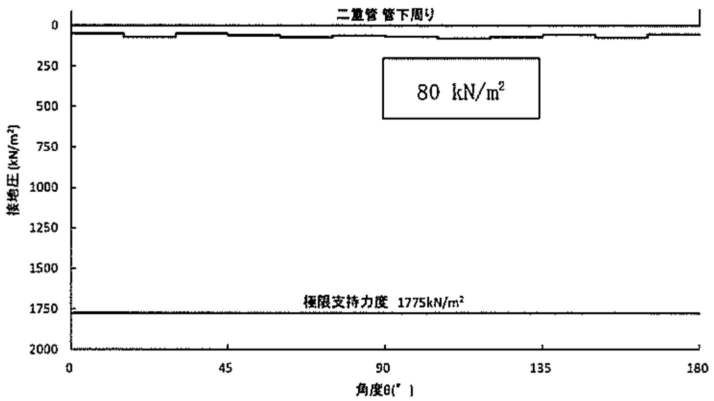


図 3.4－30（33） C－C断面（杭基礎構造部）の接地圧分布図
（二重管本体径：ϕ2000，地震波：S_s－D1〔H－，V＋〕，検討ケース④：敷地に存在しない
豊浦標準砂の液状化強度特性により地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース）

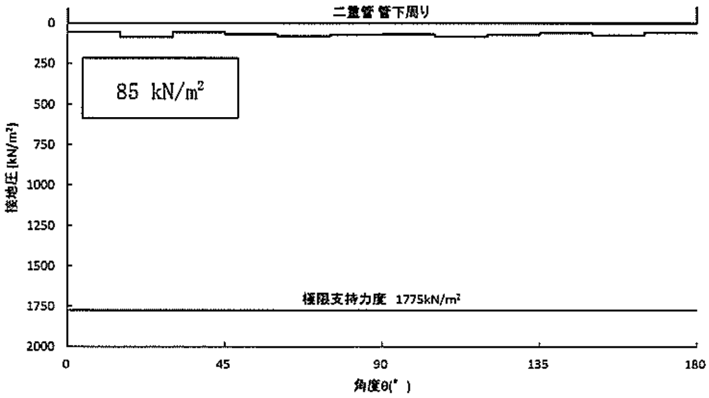


図 3.4－30 (34)　C－C断面（杭基礎構造部）の接地圧分布図

（二重管本体径：ϕ2000，地震波：Ｓ$_s$－Ｄ１〔Ｈ－，Ｖ－〕，検討ケース④：敷地に存在しない豊浦標準砂の液状化強度特性により地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース）

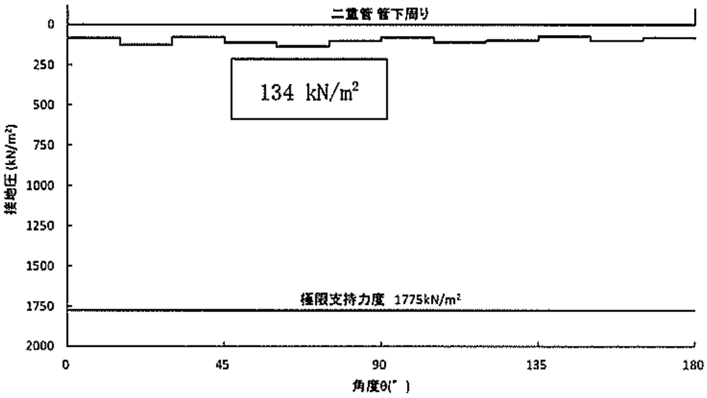


図 3.4－30 (35)　C－C断面（杭基礎構造部）の接地圧分布図

（二重管本体径：ϕ2000，地震波：Ｓ$_s$－Ｄ１〔Ｈ－，Ｖ－〕，検討ケース⑤：原地盤において非液状化の条件を仮定した解析ケース）

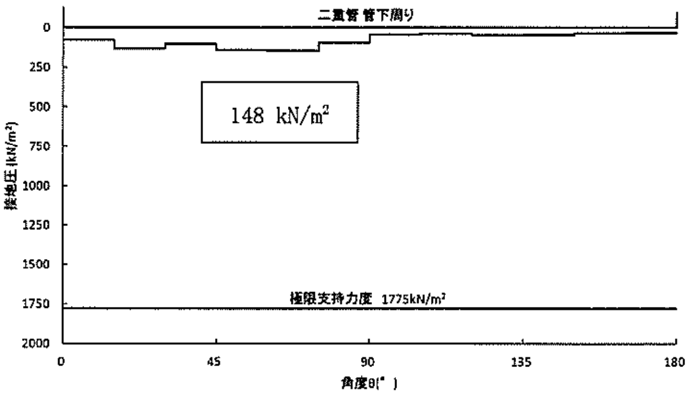


図 3.4－30 (36)　C－C断面（杭基礎構造部）の接地圧分布図

（二重管本体径：ϕ2000，地震波：Ｓ$_s$－Ｄ１〔Ｈ－，Ｖ－〕，検討ケース⑥：地盤物性のばらつきを考慮（＋1σ）して非液状化の条件を仮定した解析ケース）

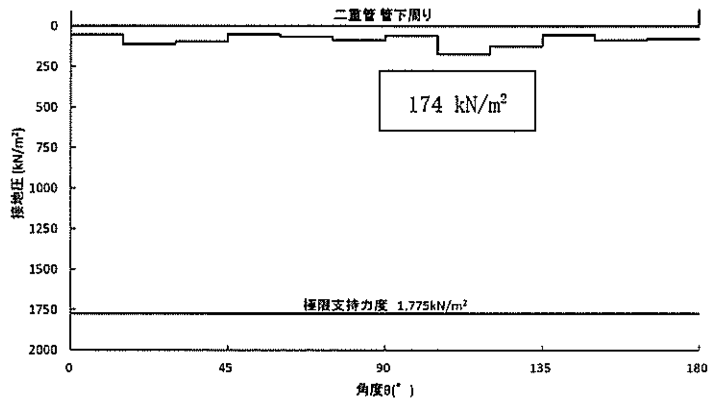


図 3.4－31 (1)　C’－C’断面（地盤改良体基礎構造部）の接地圧分布図
（二重管本体径：ϕ1800，地震波：S_s－D１〔H＋，V＋〕，
検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース））

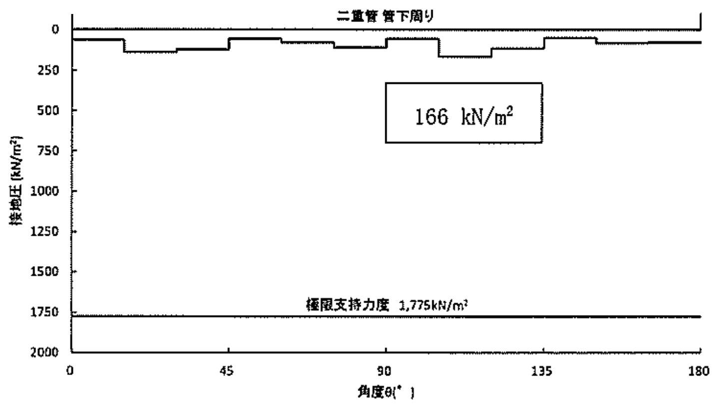


図 3.4－31 (2)　C’－C’断面（地盤改良体基礎構造部）の接地圧分布図
（二重管本体径：ϕ1800，地震波：S_s－D１〔H＋，V－〕，
検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース））

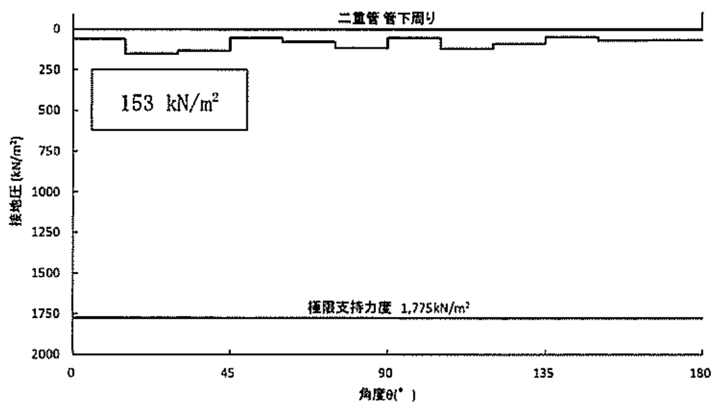


図 3.4－31 (3)　C’－C’断面（地盤改良体基礎構造部）の接地圧分布図
（二重管本体径：ϕ1800，地震波：S_s－D１〔H－，V＋〕，
検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース））

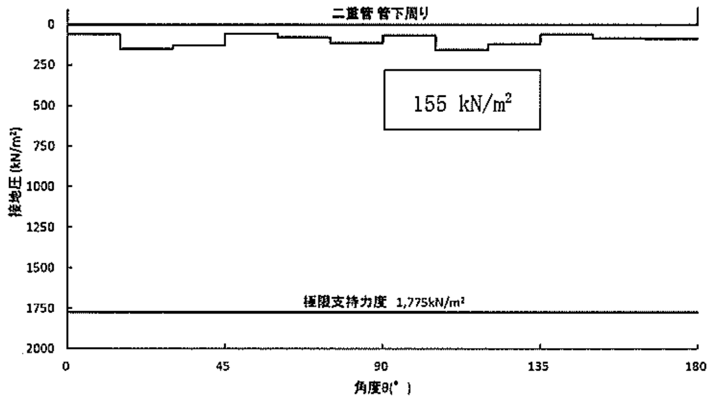


図 3.4−31 (4)　C’－C’断面（地盤改良体基礎構造部）の接地圧分布図
（二重管本体径：φ1800，地震波：Ｓ$_s$－Ｄ１〔Ｈ－，Ｖ－〕，
検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース））

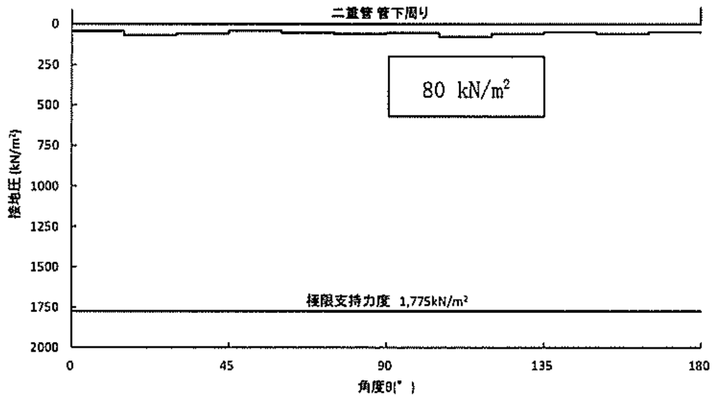


図 3.4−31 (5)　C’－C’断面（地盤改良体基礎構造部）の接地圧分布図
（二重管本体径：φ1800，地震波：Ｓ$_s$－１１，
検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース））

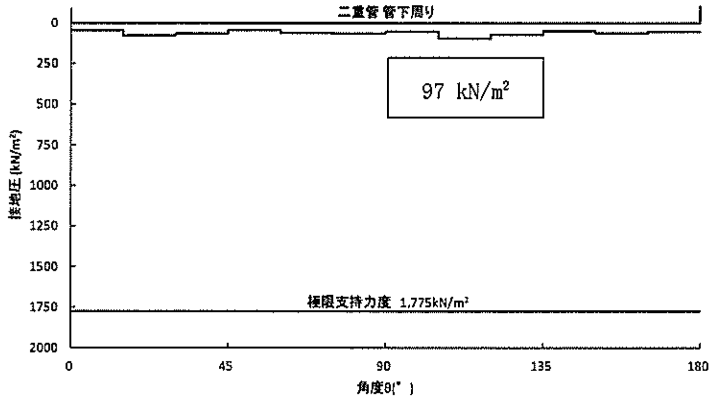


図 3.4−31 (6)　C’－C’断面（地盤改良体基礎構造部）の接地圧分布図
（二重管本体径：φ1800，地震波：Ｓ$_s$－１２，
検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース））

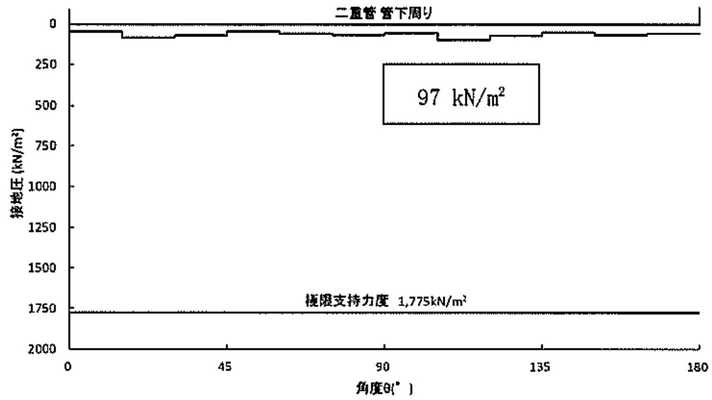


図 3.4－31 (7)　C’－C’断面（地盤改良体基礎構造部）の接地圧分布図
（二重管本体径：φ1800，地震波：Ｓｓ－１３，
検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース））

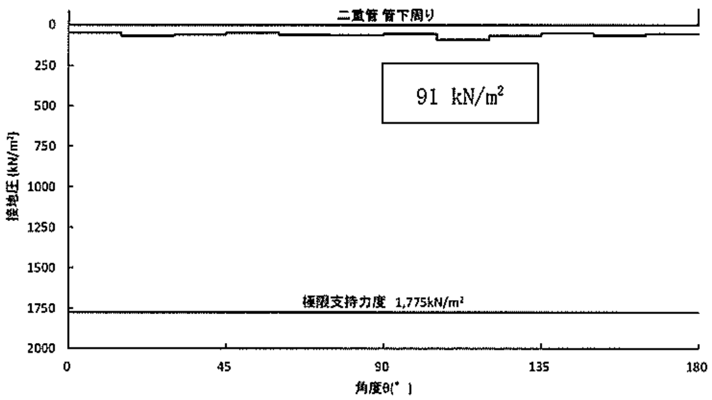


図 3.4－31 (8)　C’－C’断面（地盤改良体基礎構造部）の接地圧分布図
（二重管本体径：φ1800，地震波：Ｓｓ－１４，
検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース））

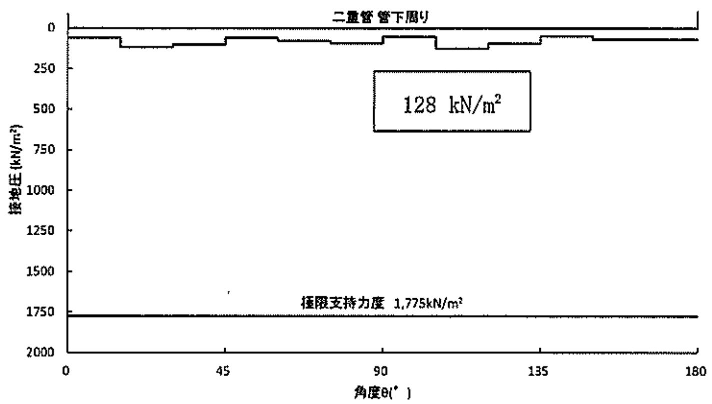


図 3.4－31 (9)　C’－C’断面（地盤改良体基礎構造部）の接地圧分布図
（二重管本体径：φ1800，地震波：Ｓｓ－２１，
検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース））

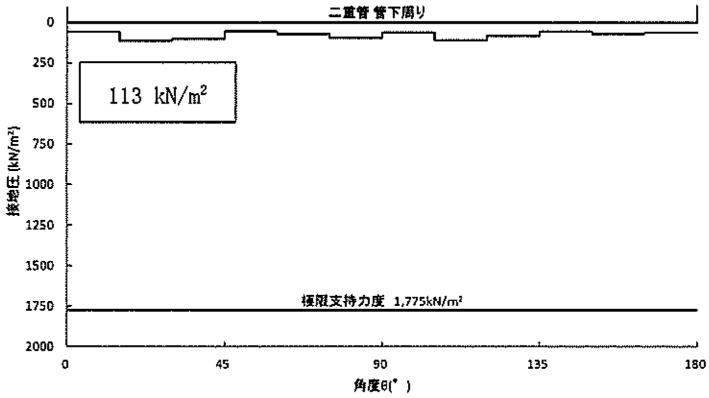


図 3.4－31（10）　C’－C’断面（地盤改良体基礎構造部）の接地圧分布図
（二重管本体径：φ1800，地震波：Ｓｓ－２２，
検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース））

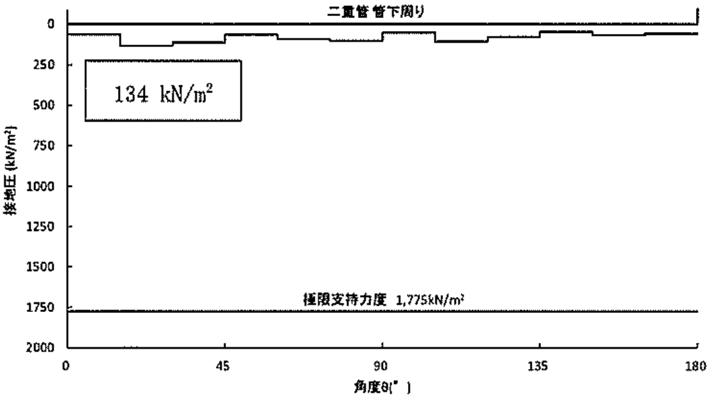


図 3.4－31（11）　C’－C’断面（地盤改良体基礎構造部）の接地圧分布図
（二重管本体径：φ1800，地震波：Ｓｓ－３１〔Ｈ＋，Ｖ＋〕，
検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース））

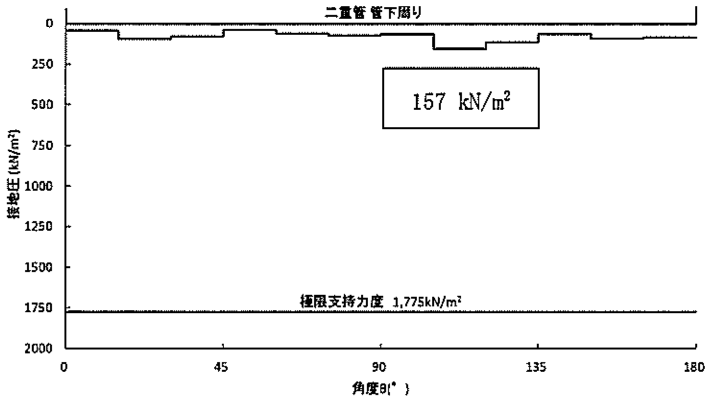


図 3.4－31（12）　C’－C’断面（地盤改良体基礎構造部）の接地圧分布図
（二重管本体径：φ1800，地震波：Ｓｓ－３１〔Ｈ－，Ｖ＋〕，
検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース））

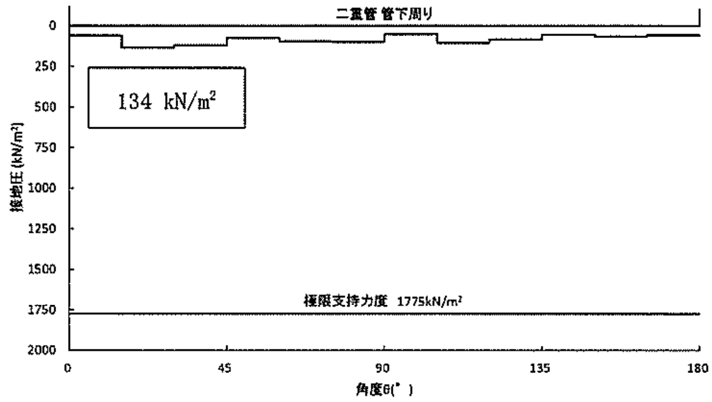


図 3.4－31 (13)　C’－C’断面（地盤改良体基礎構造部）の接地圧分布図
（二重管本体径：φ1800，地震波：Ｓ$_s$－３１〔H＋, V＋〕,
検討ケース②：地盤物性のばらつきを考慮（＋1σ）した解析ケース）

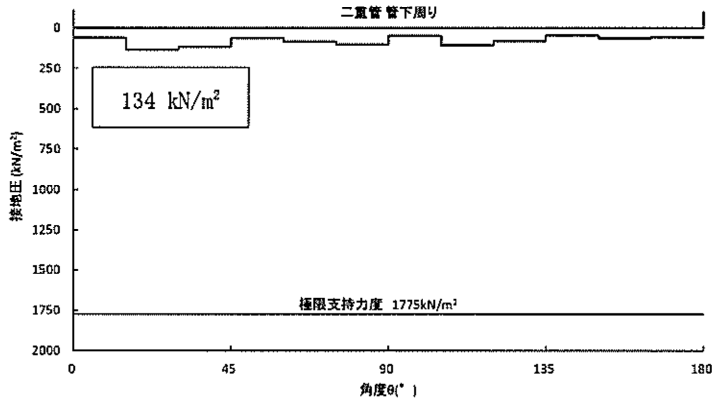


図 3.4－31 (14)　C’－C’断面（地盤改良体基礎構造部）の接地圧分布図
（二重管本体径：φ1800，地震波：Ｓ$_s$－３１〔H＋, V＋〕,
検討ケース③：地盤物性のばらつきを考慮（－1σ）した解析ケース）

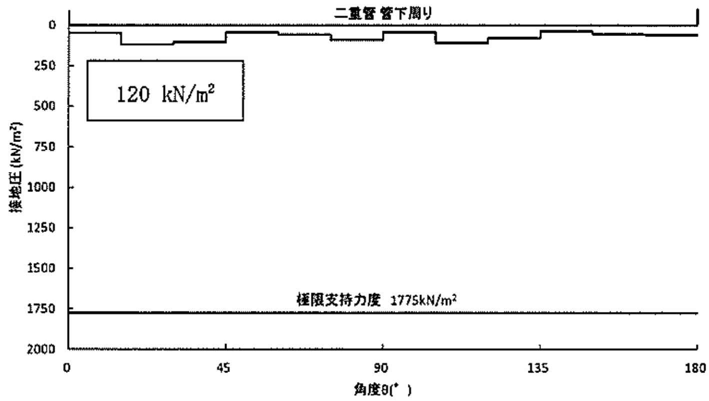


図 3.4－31 (15)　C’－C’断面（地盤改良体基礎構造部）の接地圧分布図
（二重管本体径：φ1800，地震波：Ｓ$_s$－３１〔H＋, V＋〕，検討ケース④：敷地に存在しない
豊浦標準砂の液状化強度特性により地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース）

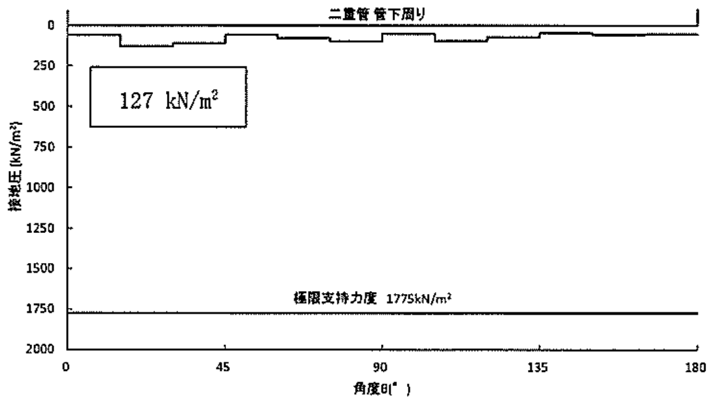


図 3.4−31 (16)　C’ −C’ 断面 (地盤改良体基礎構造部) の接地圧分布図
(二重管本体径：φ1800，地震波：Ｓ$_s$−３１〔Ｈ+, Ｖ+〕,
検討ケース⑤：原地盤において非液状化の条件を仮定した解析ケース)

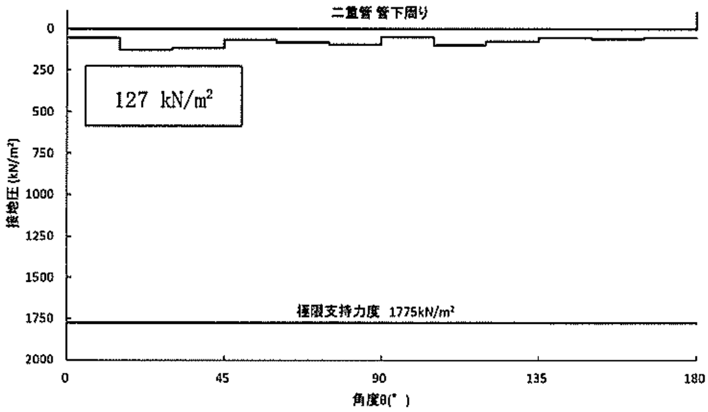


図 3.4−31 (17)　C’ −C’ 断面 (地盤改良体基礎構造部) の接地圧分布図
(二重管本体径：φ1800，地震波：Ｓ$_s$−３１〔Ｈ+, Ｖ+〕,
検討ケース⑥：地盤物性のばらつきを考慮 (+1σ) して非液状化の条件を仮定した解析ケース)

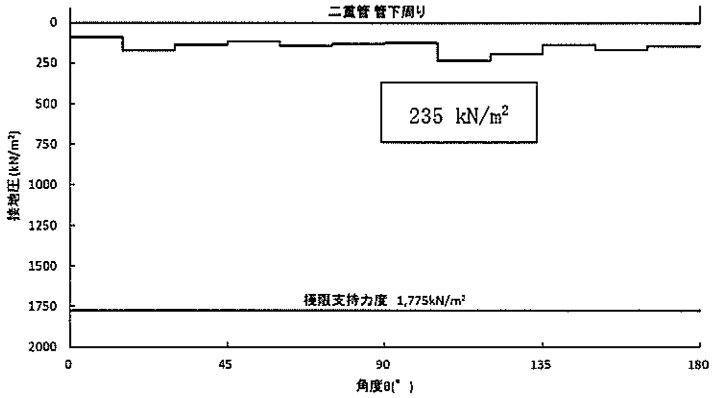


図 3. 4－31 (18)　C’－C’断面（地盤改良体基礎構造部）の接地圧分布図
（二重管本体径：φ2000，地震波：S_s－D1〔H＋, V＋〕，
検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース））

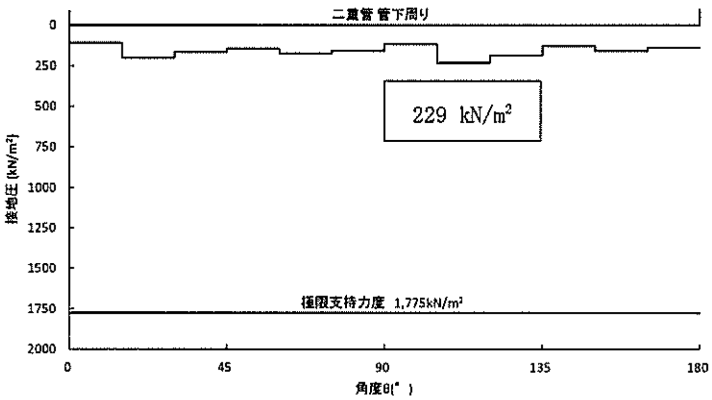


図 3. 4－31 (19)　C’－C’断面（地盤改良体基礎構造部）の接地圧分布図
（二重管本体径：φ2000，地震波：S_s－D1〔H＋, V－〕，
検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース））

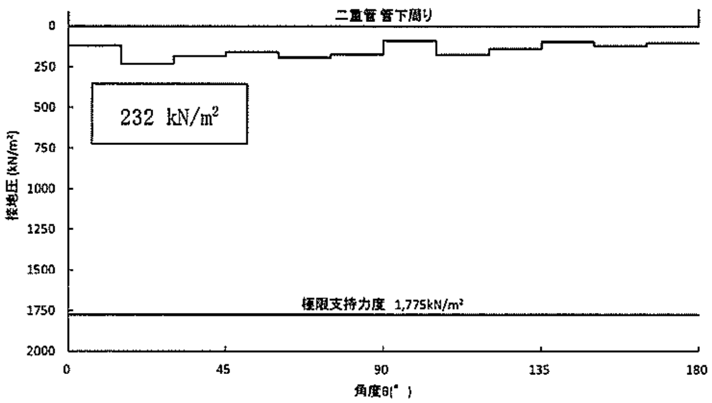


図 3. 4－31 (20)　C’－C’断面（地盤改良体基礎構造部）の接地圧分布図
（二重管本体径：φ2000，地震波：S_s－D1〔H－, V＋〕，
検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース））

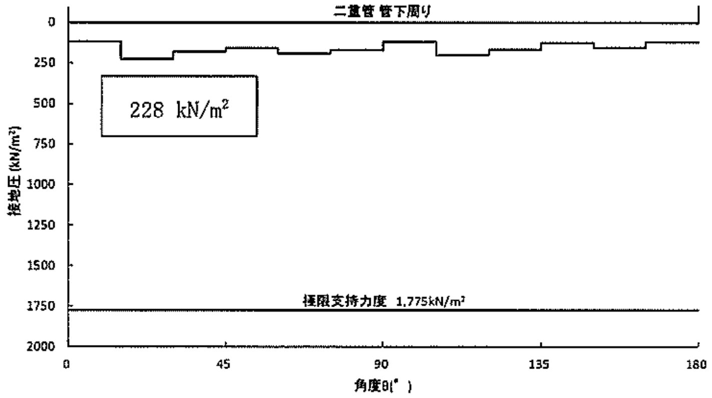


図 3.4－31 (21)　C’－C’断面（地盤改良体基礎構造部）の接地圧分布図
（二重管本体径：φ2000, 地震波：Ｓ$_s$－Ｄ１〔H－, V－〕,
検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース））

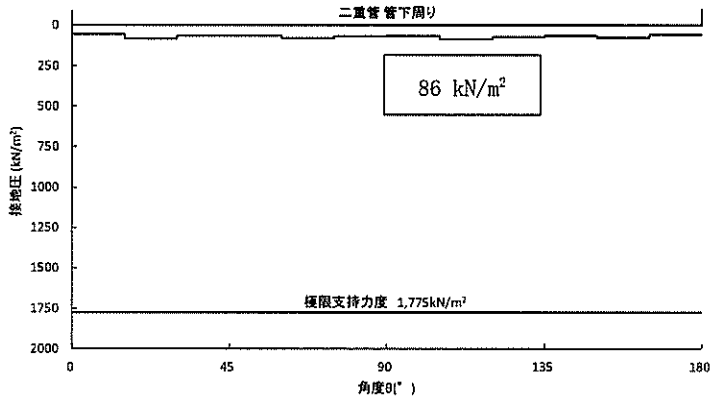


図 3.4－31 (22)　C’－C’断面（地盤改良体基礎構造部）の接地圧分布図
（二重管本体径：φ2000, 地震波：Ｓ$_s$－１１,
検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース））

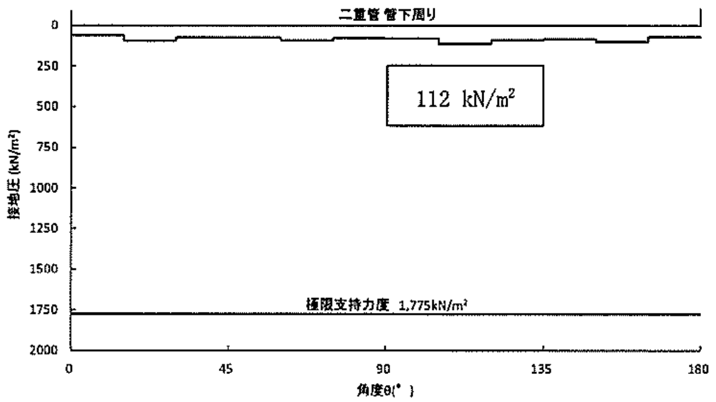


図 3.4－31 (23)　C’－C’断面（地盤改良体基礎構造部）の接地圧分布図
（二重管本体径：φ2000, 地震波：Ｓ$_s$－１２,
検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース））

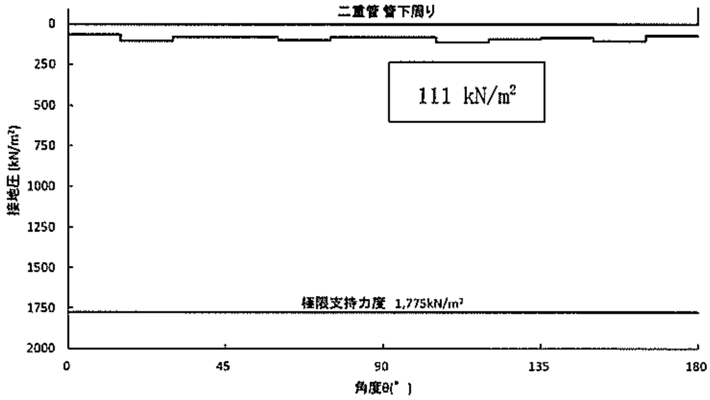


図 3.4−31 (24)　C’−C’断面（地盤改良体基礎構造部）の接地圧分布図
（二重管本体径：φ2000，地震波：Ｓｓ−１３，
検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース））

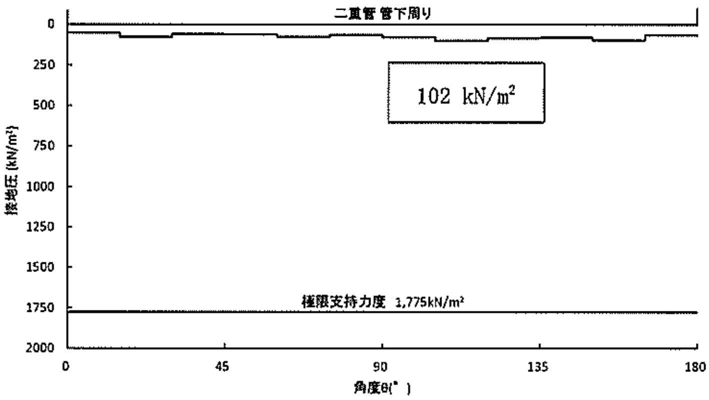


図 3.4−31 (25)　C’−C’断面（地盤改良体基礎構造部）の接地圧分布図
（二重管本体径：φ2000，地震波：Ｓｓ−１４，
検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース））

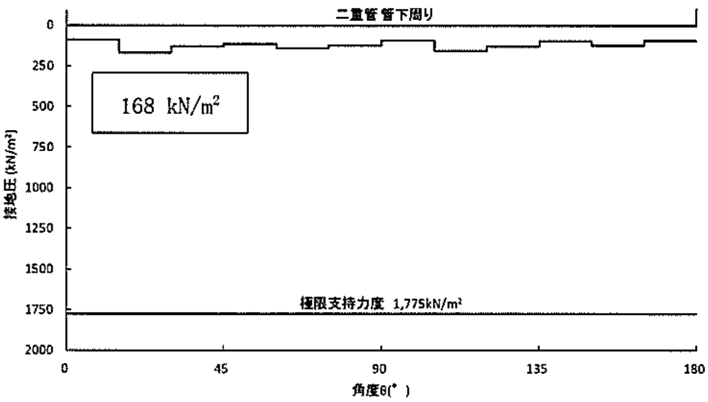


図 3.4−31 (26)　C’−C’断面（地盤改良体基礎構造部）の接地圧分布図
（二重管本体径：φ2000，地震波：Ｓｓ−２１，
検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース））

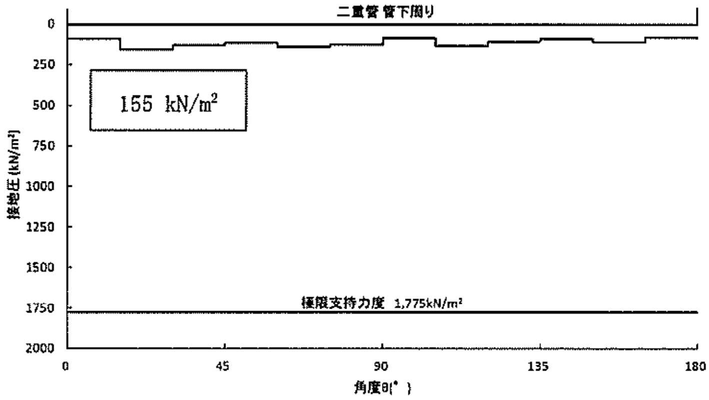


図 3.4－31 (27)　C’－C’断面（地盤改良体基礎構造部）の接地圧分布図

（二重管本体径：φ2000，地震波：Ｓ$_{\mathrm{s}}$－２２，

検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース））

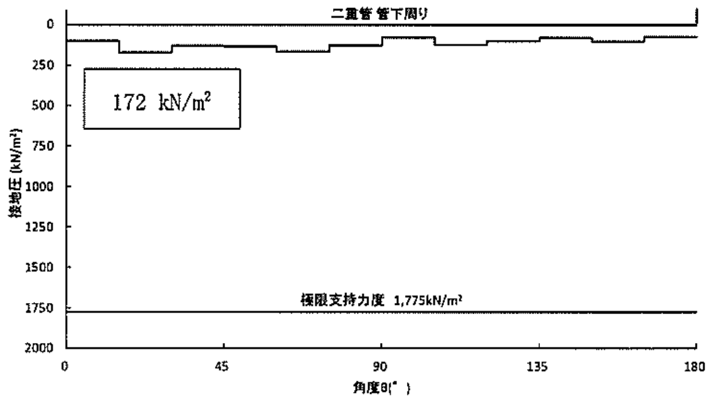


図 3.4－31 (28)　C’－C’断面（地盤改良体基礎構造部）の接地圧分布図

（二重管本体径：φ2000，地震波：Ｓ$_{\mathrm{s}}$－３１〔H＋，V＋〕，

検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース））

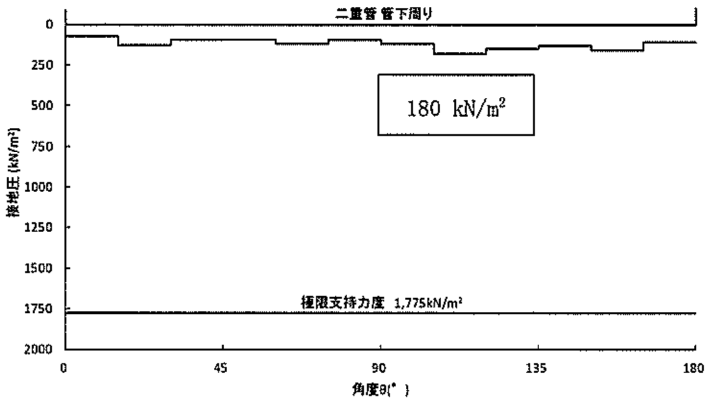


図 3.4－31 (29)　C’－C’断面（地盤改良体基礎構造部）の接地圧分布図

（二重管本体径：φ2000，地震波：Ｓ$_{\mathrm{s}}$－３１〔H－，V＋〕，

検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース））

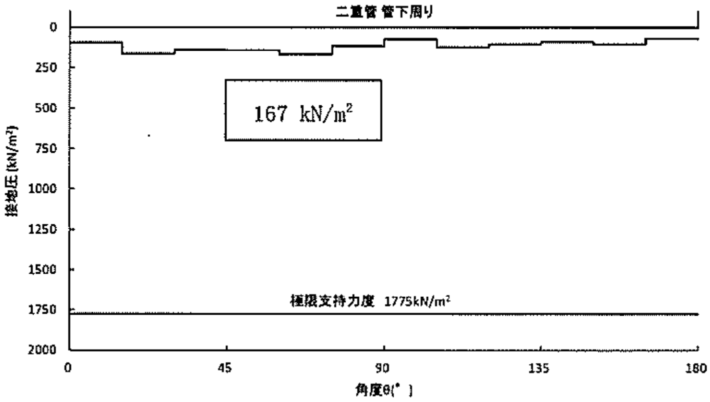


図 3.4－31（30）　C’－C’断面（地盤改良体基礎構造部）の接地圧分布図
（二重管本体径：φ2000，地震波：Ｓｓ－３１〔H＋，V＋〕，
検討ケース②：地盤物性のばらつきを考慮（＋1σ）した解析ケース）

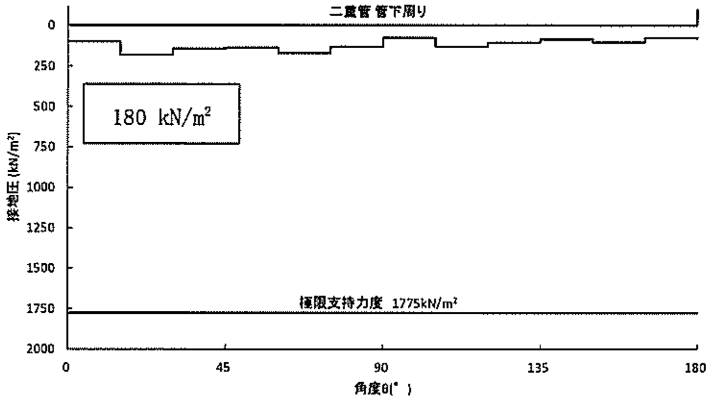


図 3.4－31（31）　C’－C’断面（地盤改良体基礎構造部）の接地圧分布図
（二重管本体径：φ2000，地震波：Ｓｓ－３１〔H＋，V＋〕，検討ケース③：地盤物性の
ばらつきを考慮（－1σ）した解析ケース）

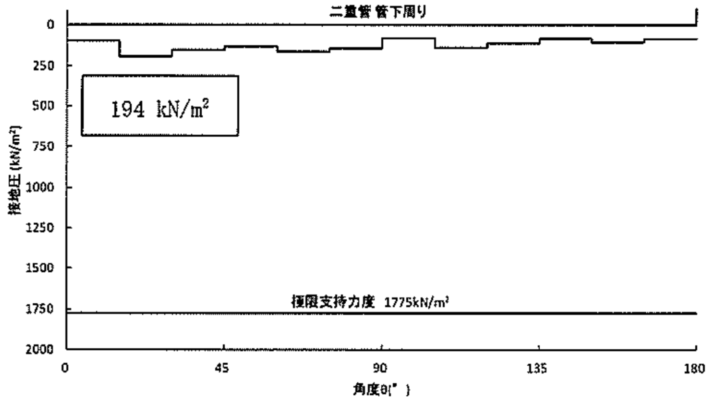


図 3.4－31（32）　C’－C’断面（地盤改良体基礎構造部）の接地圧分布図
（二重管本体径：φ2000，地震波：Ｓｓ－３１〔H＋，V＋〕，検討ケース④：敷地に存在しない
豊浦標準砂の液状化強度特性により地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース）

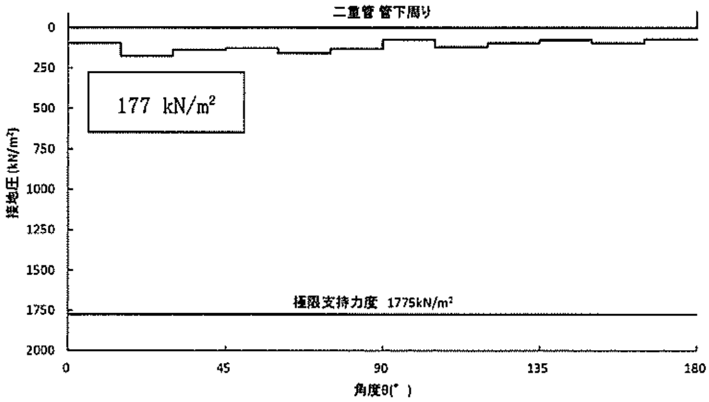


図 3.4－31（33）　C’－C’断面（地盤改良体基礎構造部）の接地圧分布図
（二重管本体径：φ2000，地震波：Ｓｓ－３１〔H＋, V＋〕,
検討ケース⑤：原地盤において非液状化の条件を仮定した解析ケース）

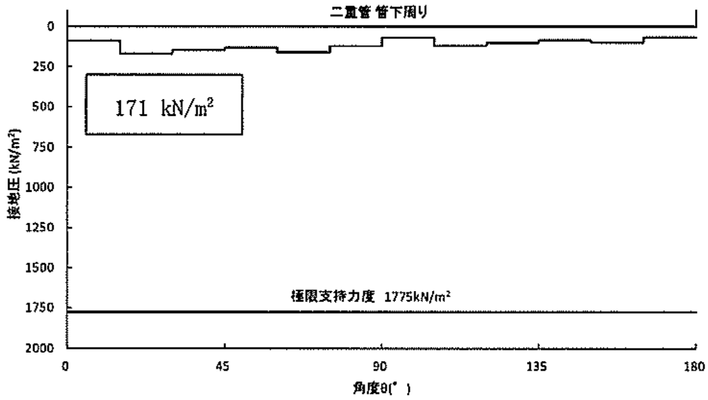


図 3.4－31（34）　C’－C’断面（地盤改良体基礎構造部）の接地圧分布図
（二重管本体径：φ2000，地震波：Ｓｓ－３１〔H＋, V＋〕,
検討ケース⑥：地盤物性のばらつきを考慮（＋1σ）して非液状化の条件を仮定した解析ケース）

b.　地盤改良体②に対する照査

地盤改良体②に作用する地盤改良体①の接地圧に対する支持性能評価結果を表 3.4－29 に，接地圧分布図を図 3.4－32 に示す。

C’－C’断面において，最大接地圧が最大となるケースは，①Ｓ$_{s}$－Ｄ１〔Ｈ－，Ｖ＋〕で，最大接地圧が 384 kN/m^{2}であり，極限支持力度 3825 kN/m^{2}以下である。

以上より，地盤改良体①下の地盤改良体②は，最大接地圧が許容限界以下であることを確認した。

表 3.4－29　地盤改良体①下の地盤改良体②の支持性能評価結果
（C’－C’断面・地盤改良体基礎構造部）
（検討ケース①～⑥：基本ケース，ばらつきケース）

地震波	位相	検討ケース	最大接地圧 (kN/m^2)	極限支持力度 (kN/m^2)
Ｓ$_{s}$－Ｄ１	Ｈ＋，Ｖ＋	①	298	3825
Ｓ$_{s}$－Ｄ１	Ｈ＋，Ｖ－		349	3825
Ｓ$_{s}$－Ｄ１	Ｈ－，Ｖ＋		384	3825
Ｓ$_{s}$－Ｄ１	Ｈ－，Ｖ－		375	3825
Ｓ$_{s}$－１１			144	3825
Ｓ$_{s}$－１２			172	3825
Ｓ$_{s}$－１３			181	3825
Ｓ$_{s}$－１４			152	3825
Ｓ$_{s}$－２１			280	3825
Ｓ$_{s}$－２２			282	3825
Ｓ$_{s}$－３１	Ｈ＋，Ｖ＋		303	3825
Ｓ$_{s}$－３１	Ｈ－，Ｖ＋		259	3825
Ｓ$_{s}$－３１	Ｈ＋，Ｖ＋	②	302	3825
Ｓ$_{s}$－３１	Ｈ＋，Ｖ＋	③	313	3825
Ｓ$_{s}$－３１	Ｈ＋，Ｖ＋	④	353	3825
Ｓ$_{s}$－３１	Ｈ＋，Ｖ＋	⑤	309	3825
Ｓ$_{s}$－３１	Ｈ＋，Ｖ＋	⑥	317	3825

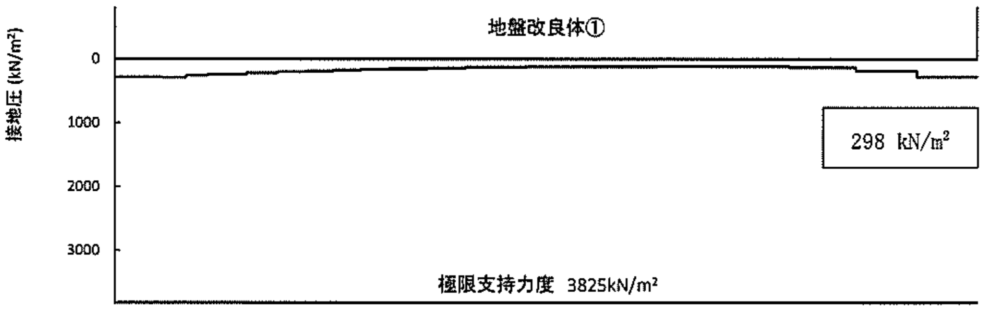


図 3.4－32 (1)　C’－C’断面（地盤改良体基礎構造部）の接地圧分布図
（地震波：Ｓｓ－Ｄ１〔Ｈ＋，Ｖ＋〕，
検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース））

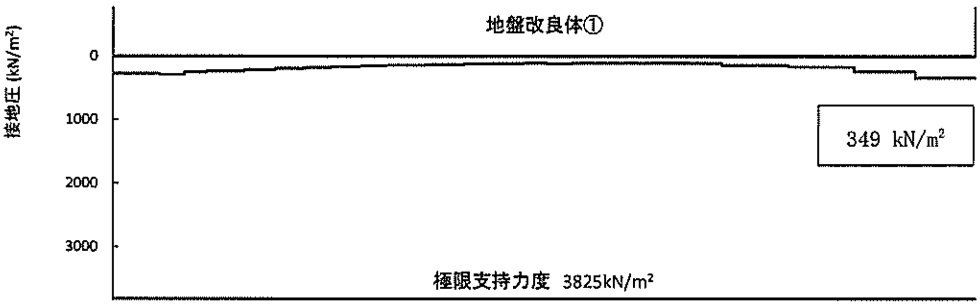


図 3.4－32 (2)　C’－C’断面（地盤改良体基礎構造部）の接地圧分布図
（地震波：Ｓｓ－Ｄ１〔Ｈ＋，Ｖ－〕，
検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース））

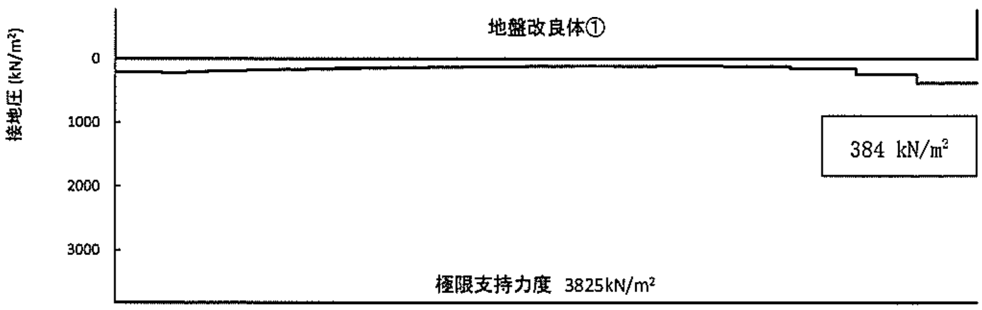


図 3.4－32 (3)　C’－C’断面（地盤改良体基礎構造部）の接地圧分布図
（地震波：Ｓｓ－Ｄ１〔Ｈ－，Ｖ＋〕，
検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース））

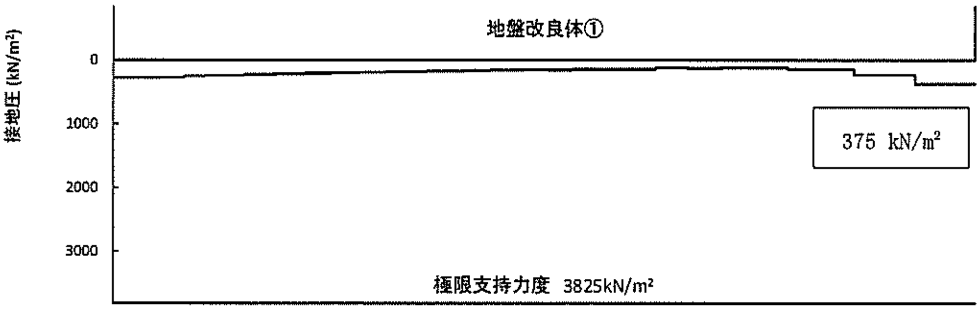


図 3.4－32 (4)　C’－C’断面（地盤改良体基礎構造部）の接地圧分布図
（地震波：Ｓｓ－Ｄ１〔Ｈ－，Ｖ－〕，
検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース））

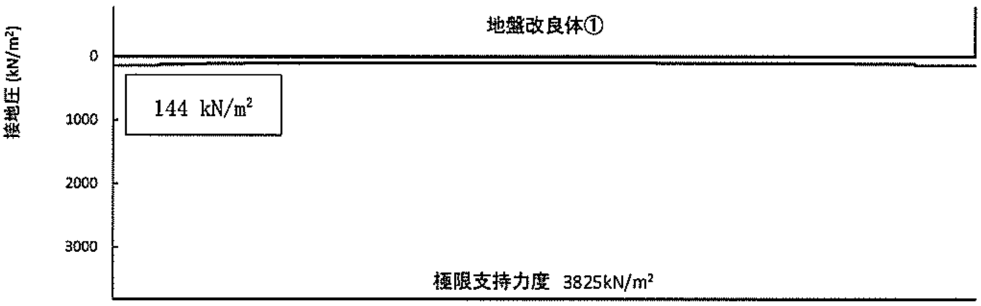


図 3.4－32 (5)　C’－C’断面（地盤改良体基礎構造部）の接地圧分布図
（地震波：Ｓｓ－１１，
検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース））

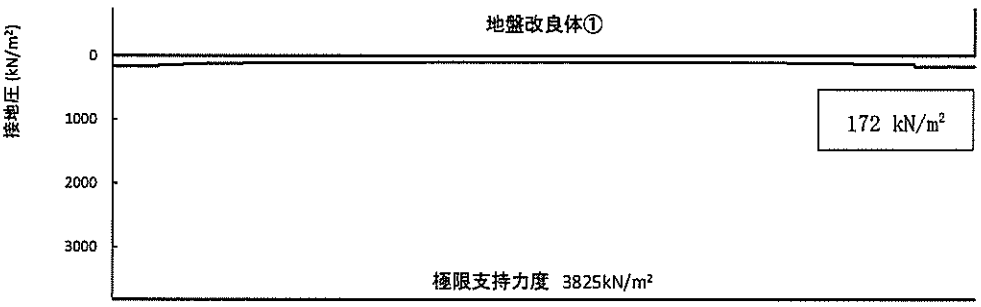


図 3.4－32 (6)　C’－C’断面（地盤改良体基礎構造部）の接地圧分布図
（地震波：Ｓｓ－１２，
検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース））

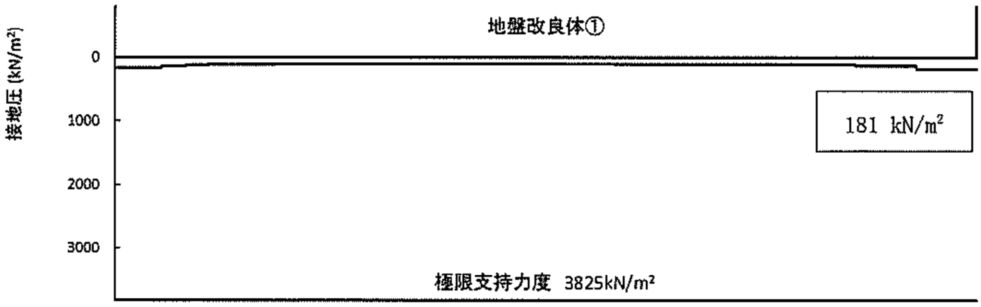


図 3.4−32 (7)　C’−C’断面（地盤改良体基礎構造部）の接地圧分布図
（地震波：Ｓｓ−１３，
検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース））

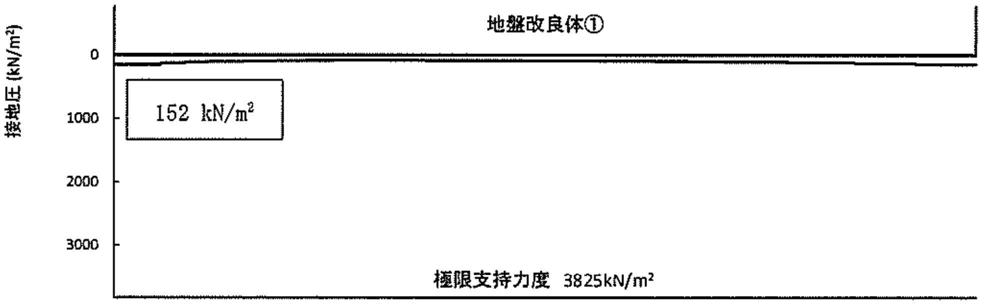


図 3.4−32 (8)　C’−C’断面（地盤改良体基礎構造部）の接地圧分布図
（地震波：Ｓｓ−１４，
検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース））

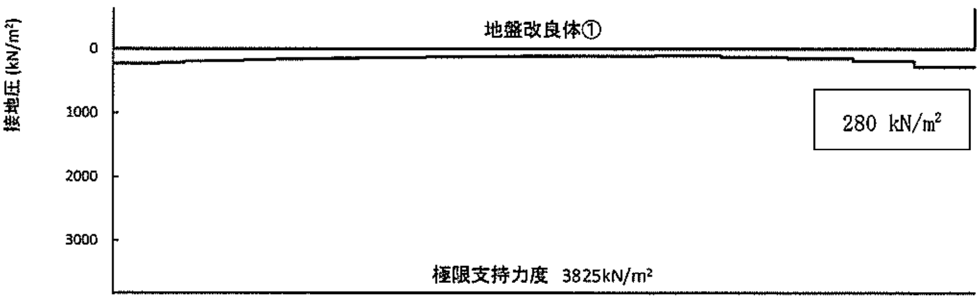


図 3.4−32 (9)　C’−C’断面（地盤改良体基礎構造部）の接地圧分布図
（地震波：Ｓｓ−２１，
検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース））

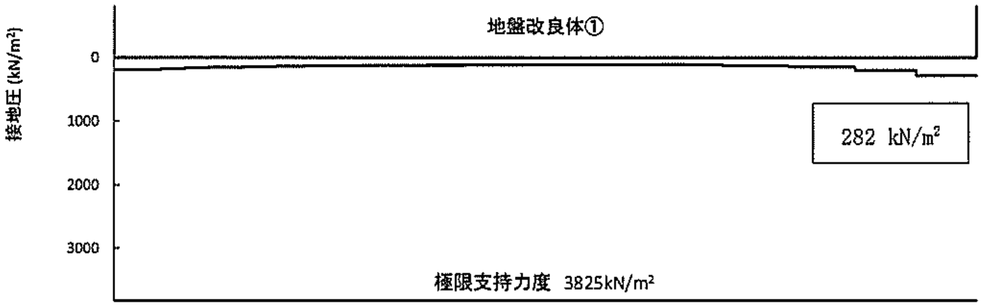


図 3.4－32 (10)　C’－C’断面（地盤改良体基礎構造部）の接地圧分布図
（地震波：Ｓ$_s$－２２，
検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース））

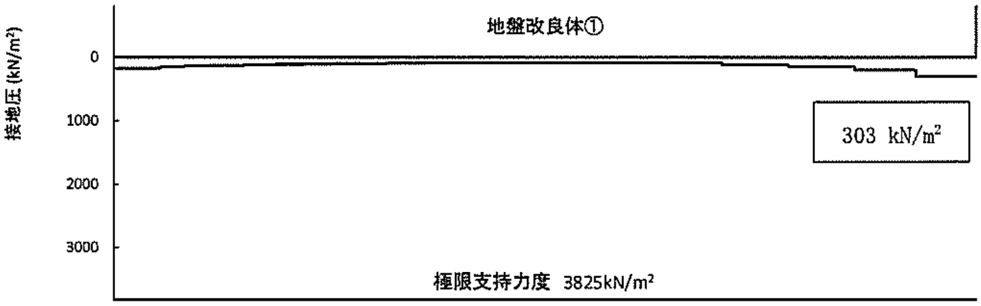


図 3.4－32 (11)　C’－C’断面（地盤改良体基礎構造部）の接地圧分布図
（地震波：Ｓ$_s$－３１〔Ｈ＋，Ｖ＋〕，
検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース））

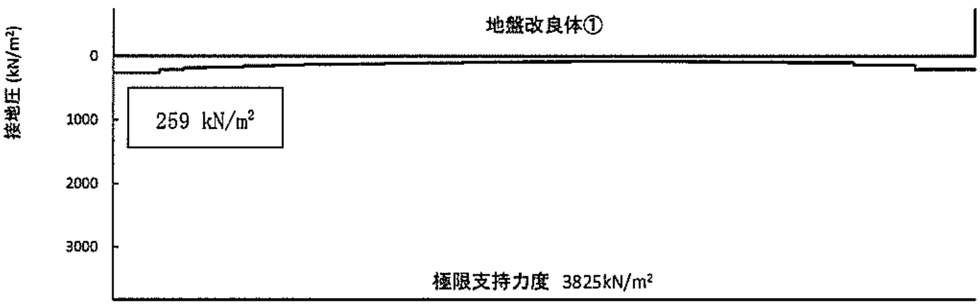


図 3.4－32 (12)　C’－C’断面（地盤改良体基礎構造部）の接地圧分布図
（地震波：Ｓ$_s$－３１〔Ｈ－，Ｖ＋〕，
検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース））

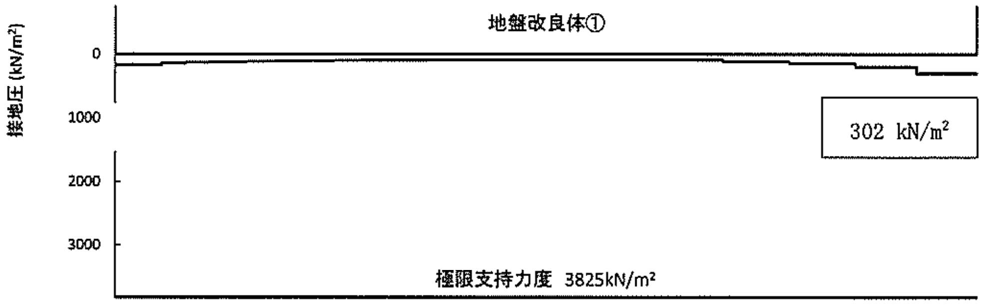


図 3.4－32（13）　C’－C’断面（地盤改良体基礎構造部）の接地圧分布図
（地震波：Ｓｓ－３１〔H＋,V＋〕,
検討ケース②：地盤物性のばらつきを考慮（＋1σ）した解析ケース）

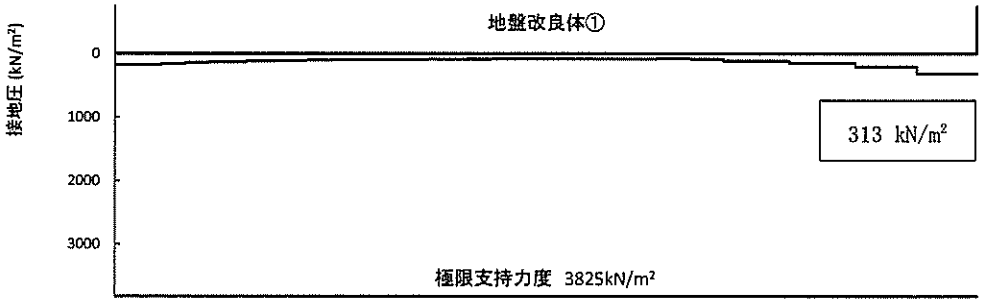


図 3.4－32（14）　C’－C’断面（地盤改良体基礎構造部）の接地圧分布図
（地震波：Ｓｓ－３１〔H＋, V＋〕,
検討ケース③：地盤物性のばらつきを考慮（－1σ）した解析ケース）

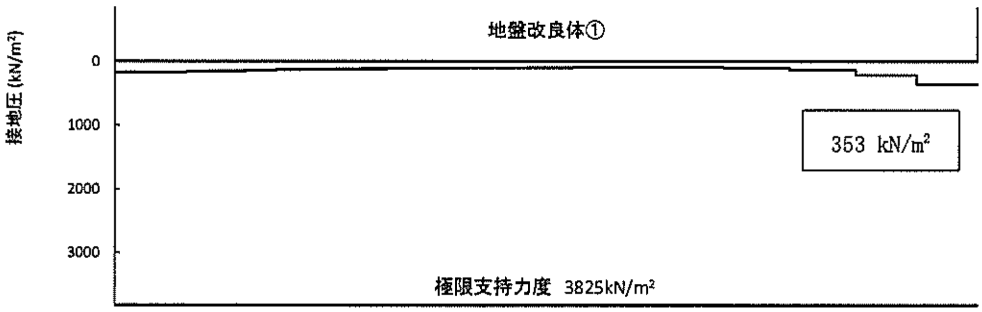


図 3.4－32（15）　C’－C’断面（地盤改良体基礎構造部）の接地圧分布図
（地震波：Ｓｓ－３１〔H＋, V＋〕, 検討ケース④：敷地に存在しない豊浦標準砂の液状化強度特性により地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース）

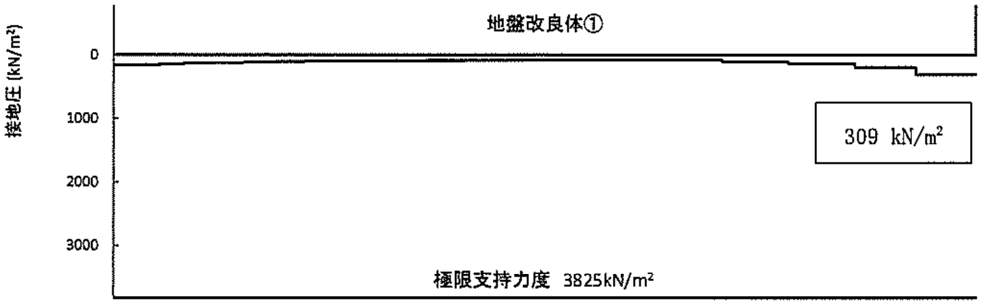


図 3.4－32（16）　C’－C’断面（地盤改良体基礎構造部）の接地圧分布図
（地震波：Ｓｓ－３１〔H+, V+〕,
検討ケース⑤：原地盤において非液状化の条件を仮定した解析ケース）

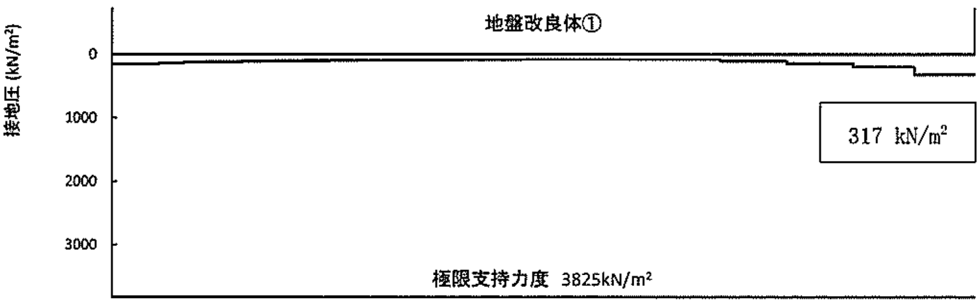


図 3.4－32（17）　C’－C’断面（地盤改良体基礎構造部）の接地圧分布図
（地震波：Ｓｓ－３１〔H+,V+〕,
検討ケース⑥：地盤物性のばらつきを考慮（+1σ）して非液状化の条件を仮定した解析ケース）

(5)　基礎地盤の支持性能に対する評価結果

a.　杭基礎構造部における基礎地盤の接地圧に対する支持性能評価

杭基礎構造部における基礎地盤の支持性能評価結果を表 3.4－30～表 3.4－32 に示す。

Ａ－Ａ断面において，最大接地圧が最大となるケースは，③Ｓ$_s$－Ｄ１〔Ｈ＋，Ｖ＋〕で，最大接地圧が 868 kN/m^{2}であり，極限支持力度 5405 kN/m^{2}以下である。

Ｂ－Ｂ断面において，最大接地圧が最大となるケースは，④Ｓ$_s$－Ｄ１〔Ｈ＋，Ｖ－〕で，最大接地圧が 1833 kN/m^{2}であり，極限支持力度 5810 kN/m^{2}以下である。

Ｃ－Ｃ断面において，最大接地圧が最大となるケースは，④Ｓ$_s$－Ｄ１〔Ｈ－，Ｖ＋〕で，最大接地圧が 1854 kN/m^{2}であり，極限支持力度 5415 kN/m^{2}以下である。

以上より，杭基礎構造部における基礎地盤は，最大接地圧が許容限界以下であることを確認した。

表 3.4－30　杭基礎構造部における基礎地盤の接地圧に対する支持性能評価結果

（Ａ－Ａ断面）

地震波	位相	検討ケース	検討対象	最大接地圧 (kN/m²)	極限支持力度 (kN/m²)
S_s－Ｄ１	Ｈ＋，Ｖ＋	①	鋼管杭（Ｂ－Ｂ断面）	684	5810
			鋼管杭（Ｃ－Ｃ断面）	653	5405
S_s－Ｄ１	Ｈ＋，Ｖ－		鋼管杭（Ｂ－Ｂ断面）	732	5810
			鋼管杭（Ｃ－Ｃ断面）	655	5405
S_s－Ｄ１	Ｈ－，Ｖ＋		鋼管杭（Ｂ－Ｂ断面）	710	5810
			鋼管杭（Ｃ－Ｃ断面）	817	5405
S_s－Ｄ１	Ｈ－，Ｖ－		鋼管杭（Ｂ－Ｂ断面）	722	5810
			鋼管杭（Ｃ－Ｃ断面）	743	5405
S_s－１１			鋼管杭（Ｂ－Ｂ断面）	620	5810
			鋼管杭（Ｃ－Ｃ断面）	398	5405
S_s－１２			鋼管杭（Ｂ－Ｂ断面）	617	5810
			鋼管杭（Ｃ－Ｃ断面）	404	5405
S_s－１３			鋼管杭（Ｂ－Ｂ断面）	620	5810
			鋼管杭（Ｃ－Ｃ断面）	396	5405
S_s－１４			鋼管杭（Ｂ－Ｂ断面）	600	5810
			鋼管杭（Ｃ－Ｃ断面）	365	5405
S_s－２１			鋼管杭（Ｂ－Ｂ断面）	693	5810
			鋼管杭（Ｃ－Ｃ断面）	532	5405
S_s－２２			鋼管杭（Ｂ－Ｂ断面）	691	5810
			鋼管杭（Ｃ－Ｃ断面）	546	5405
S_s－３１	Ｈ＋，Ｖ＋		鋼管杭（Ｂ－Ｂ断面）	586	5810
			鋼管杭（Ｃ－Ｃ断面）	511	5405
S_s－３１	Ｈ－，Ｖ＋		鋼管杭（Ｂ－Ｂ断面）	611	5810
			鋼管杭（Ｃ－Ｃ断面）	468	5405
S_s－Ｄ１	Ｈ＋，Ｖ＋	②	鋼管杭（Ｂ－Ｂ断面）	672	5810
			鋼管杭（Ｃ－Ｃ断面）	861	5405
S_s－Ｄ１	Ｈ＋，Ｖ＋	③	鋼管杭（Ｂ－Ｂ断面）	681	5810
			鋼管杭（Ｃ－Ｃ断面）	868	5405
S_s－Ｄ１	Ｈ＋，Ｖ＋	④	鋼管杭（Ｂ－Ｂ断面）	735	5810
			鋼管杭（Ｃ－Ｃ断面）	813	5405
S_s－Ｄ１	Ｈ＋，Ｖ－	④	鋼管杭（Ｂ－Ｂ断面）	813	5810
			鋼管杭（Ｃ－Ｃ断面）	807	5405
S_s－Ｄ１	Ｈ＋，Ｖ＋	⑤	鋼管杭（Ｂ－Ｂ断面）	647	5810
			鋼管杭（Ｃ－Ｃ断面）	659	5405
S_s－Ｄ１	Ｈ＋，Ｖ＋	⑥	鋼管杭（Ｂ－Ｂ断面）	667	5810
			鋼管杭（Ｃ－Ｃ断面）	584	5405

表 3.4－31　杭基礎構造部における基礎地盤の接地圧に対する支持性能評価結果
（B－B断面）

地震波	位相	検討ケース	検討対象	最大接地圧 (kN/m²)	極限支持力度 (kN/m²)
S_s－D１	H＋，V＋	①	鋼管杭（左）	1133	5810
			鋼管杭（右）	1193	5810
S_s－D１	H＋，V－		鋼管杭（左）	1155	5810
			鋼管杭（右）	1284	5810
S_s－D１	H－，V＋		鋼管杭（左）	1099	5810
			鋼管杭（右）	1169	5810
S_s－D１	H－，V－		鋼管杭（左）	1034	5810
			鋼管杭（右）	996	5810
S_s－１１			鋼管杭（左）	752	5810
			鋼管杭（右）	891	5810
S_s－１２			鋼管杭（左）	817	5810
			鋼管杭（右）	1318	5810
S_s－１３			鋼管杭（左）	855	5810
			鋼管杭（右）	1318	5810
S_s－１４			鋼管杭（左）	670	5810
			鋼管杭（右）	987	5810
S_s－２１			鋼管杭（左）	845	5810
			鋼管杭（右）	887	5810
S_s－２２			鋼管杭（左）	934	5810
			鋼管杭（右）	979	5810
S_s－３１	H＋，V＋		鋼管杭（左）	802	5810
			鋼管杭（右）	1031	5810
S_s－３１	H－，V＋		鋼管杭（左）	782	5810
			鋼管杭（右）	904	5810
S_s－１２		②	鋼管杭（左）	739	5810
			鋼管杭（右）	1244	5810
S_s－１２		③	鋼管杭（左）	718	5810
			鋼管杭（右）	1194	5810
S_s－D１	H＋，V－	④	鋼管杭（左）	1394	5810
			鋼管杭（右）	1833	5810
S_s－１２		④	鋼管杭（左）	1230	5810
			鋼管杭（右）	1595	5810
S_s－１２		⑤	鋼管杭（左）	760	5810
			鋼管杭（右）	1004	5810
S_s－１２		⑥	鋼管杭（左）	732	5810
			鋼管杭（右）	957	5810

表 3.4－32　杭基礎構造部における基礎地盤の接地圧に対する支持性能評価結果
（C－C断面・杭基礎構造部）

地震波	位相	検討ケース	検討対象	最大接地圧 (kN/m²)	極限支持力度 (kN/m²)
S_s－D１	H＋，V＋	①	鋼管杭（左）	839	5394
			鋼管杭（右）	1480	5415
S_s－D１	H＋，V－		鋼管杭（左）	855	5394
			鋼管杭（右）	1507	5415
S_s－D１	H－，V＋		鋼管杭（左）	887	5394
			鋼管杭（右）	1582	5415
S_s－D１	H－，V－		鋼管杭（左）	1000	5394
			鋼管杭（右）	1450	5415
S_s－１１			鋼管杭（左）	498	5394
			鋼管杭（右）	668	5415
S_s－１２			鋼管杭（左）	655	5394
			鋼管杭（右）	1198	5415
S_s－１３			鋼管杭（左）	570	5394
			鋼管杭（右）	937	5415
S_s－１４			鋼管杭（左）	534	5394
			鋼管杭（右）	736	5415
S_s－２１			鋼管杭（左）	833	5394
			鋼管杭（右）	1249	5415
S_s－２２			鋼管杭（左）	780	5394
			鋼管杭（右）	1206	5415
S_s－３１	H＋，V＋		鋼管杭（左）	622	5394
			鋼管杭（右）	1595	5415
S_s－３１	H－，V＋		鋼管杭（左）	566	5394
			鋼管杭（右）	918	5415
S_s－D１	H－，V－	②	鋼管杭（左）	1022	5394
			鋼管杭（右）	1438	5415
S_s－D１	H－，V－	③	鋼管杭（左）	975	5394
			鋼管杭（右）	1480	5415
S_s－D１	H－，V＋	④	鋼管杭（左）	1304	5394
			鋼管杭（右）	1854	5415
S_s－D１	H－，V－	④	鋼管杭（左）	1355	5394
			鋼管杭（右）	1844	5415
S_s－D１	H－，V－	⑤	鋼管杭（左）	603	5394
			鋼管杭（右）	1306	5415
S_s－D１	H－，V－	⑥	鋼管杭（左）	602	5394
			鋼管杭（右）	1285	5415

b.　杭基礎構造部における基礎地盤の引抜きに対する支持性能評価

杭基礎構造部における基礎地盤の引抜きに対する支持性能評価結果を表 3.4－33～表 3.4－34 に示す。

以上より，杭基礎構造部における基礎地盤は，最大引抜力が許容限界以下であることを確認した。

表 3.4－33　杭基礎構造部における基礎地盤の引抜きに対する支持性能評価結果（B－B断面）

地震波	位相	検討ケース	最大引抜力 (kN/本)	極限支持力 (kN/本)
S_s－D１	H＋，V－	④	148	1941

表 3.4－34　杭基礎構造部における基礎地盤の引抜きに対する支持性能評価結果（C－C断面・杭基礎構造部）

地震波	位相	検討ケース	最大引抜力 (kN/本)	極限支持力 (kN/本)
S_s－D１	H－，V＋	④	107	1802

c.　地盤改良体基礎構造部の照査

地盤改良体基礎構造部における基礎地盤の支持性能評価結果を表 3.4－35 に，接地圧分布図を図 3.4－33 に示す。

地盤改良体基礎構造部において，最大接地圧が最大となるケースは，④S_s－３１〔H＋，V＋〕で，最大接地圧が 1563 kN/m² であり，極限支持力度 4515 kN/m² 以下である。

以上より，地盤改良体基礎構造部における基礎地盤は，最大接地圧が許容限界以下であることを確認した。

表 3.4－35　地盤改良体基礎構造部における基礎地盤の支持性能評価結果
（C’－C’断面・地盤改良体基礎構造部）

地震波	位相	検討ケース	最大接地圧 (kN/m²)	極限支持力度 (kN/m²)
S_s－D１	H＋，V＋	①	1551	4515
S_s－D１	H＋，V－		1484	4515
S_s－D１	H－，V＋		1457	4515
S_s－D１	H－，V－		1510	4515
S_s－１１			671	4515
S_s－１２			850	4515
S_s－１３			844	4515
S_s－１４			763	4515
S_s－２１			1178	4515
S_s－２２			1197	4515
S_s－３１	H＋，V＋		1254	4515
S_s－３１	H－，V＋		1176	4515
S_s－３１	H＋，V＋	②	1357	4515
S_s－３１	H＋，V＋	③	1359	4515
S_s－３１	H＋，V＋	④	1563	4515
S_s－３１	H＋，V＋	⑤	1298	4515
S_s－３１	H＋，V＋	⑥	1403	4515

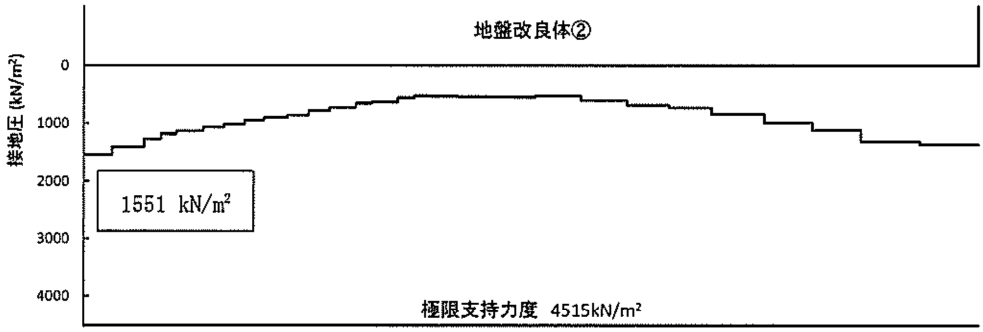


図 3.4－33 (1)　C’－C’断面（地盤改良体基礎構造部）の接地圧分布図
（地震波：Ｓ$_s$－Ｄ１〔Ｈ＋，Ｖ＋〕，
検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース））

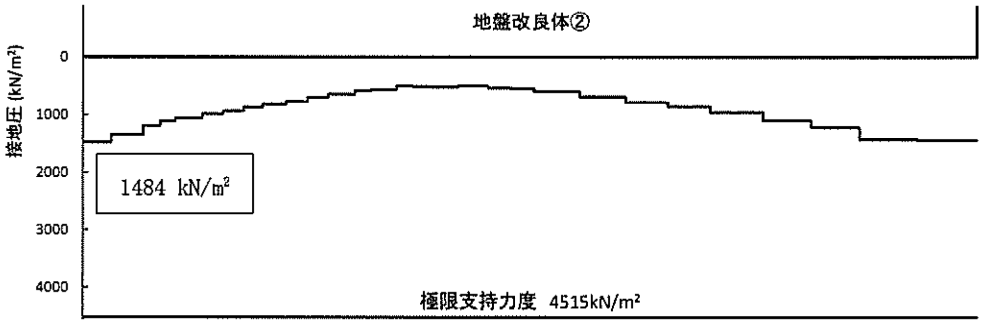


図 3.4－33 (2)　C’－C’断面（地盤改良体基礎構造部）の接地圧分布図
（地震波：Ｓ$_s$－Ｄ１〔Ｈ＋，Ｖ－〕，
検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース））

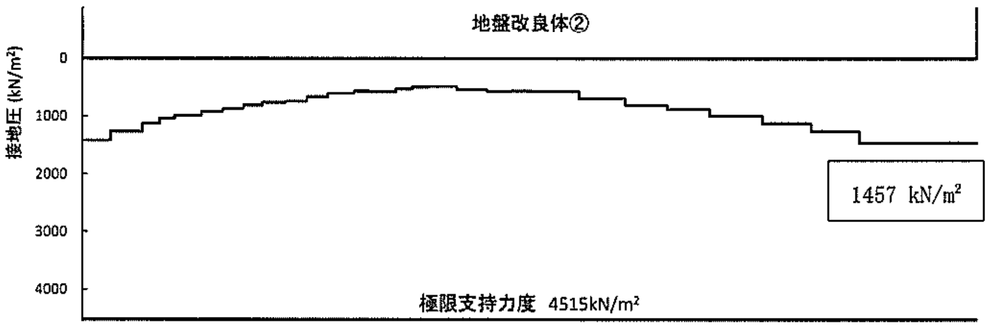


図 3.4－33 (3)　C’－C’断面（地盤改良体基礎構造部）の接地圧分布図
（地震波：Ｓ$_s$－Ｄ１〔Ｈ－，Ｖ＋〕，
検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース））

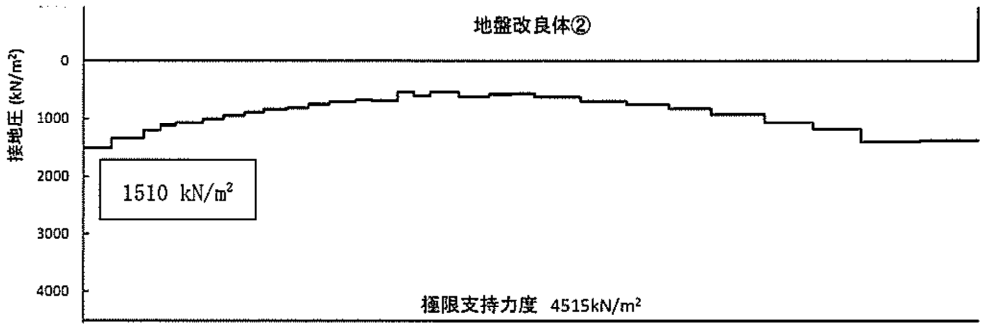


図 3.4－33 (4)　C’－C’断面（地盤改良体基礎構造部）の接地圧分布図
（地震波：Ｓｓ－Ｄ１〔Ｈ－，Ｖ－〕，
検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース））

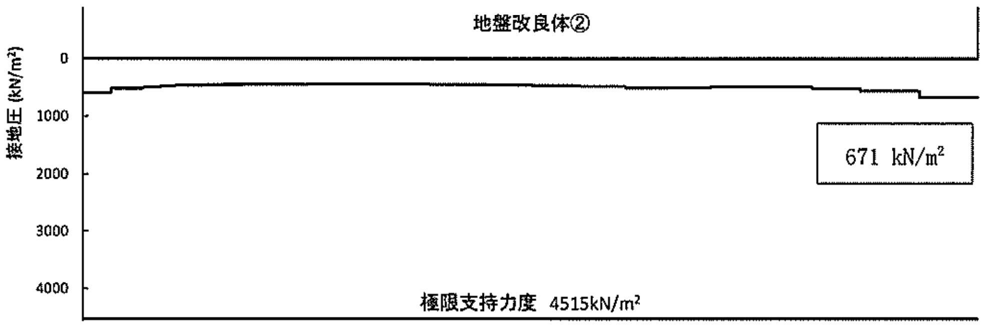


図 3.4－33 (5)　C’－C’断面（地盤改良体基礎構造部）の接地圧分布図
（地震波：Ｓｓ－１１，
検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース））

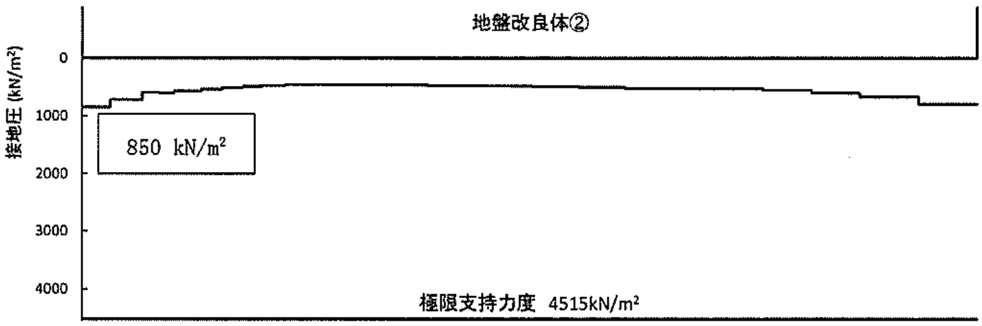


図 3.4－33 (6)　C’－C’断面（地盤改良体基礎構造部）の接地圧分布図
（地震波：Ｓｓ－１２，
検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース））

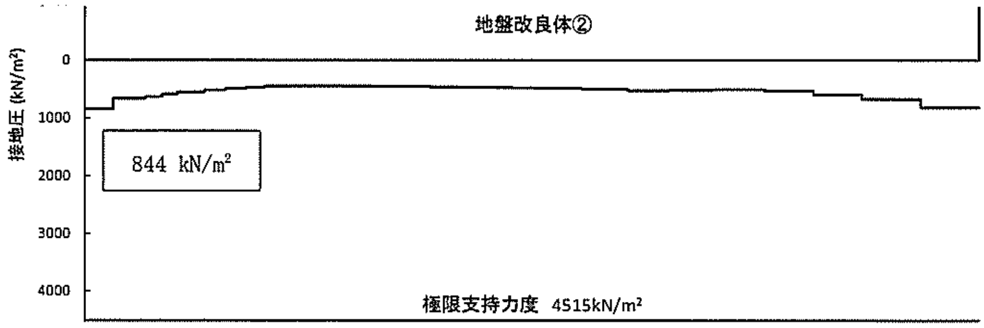


図 3.4－33 (7)　C’－C’断面（地盤改良体基礎構造部）の接地圧分布図
（地震波：Ｓｓ－１３，
検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース））

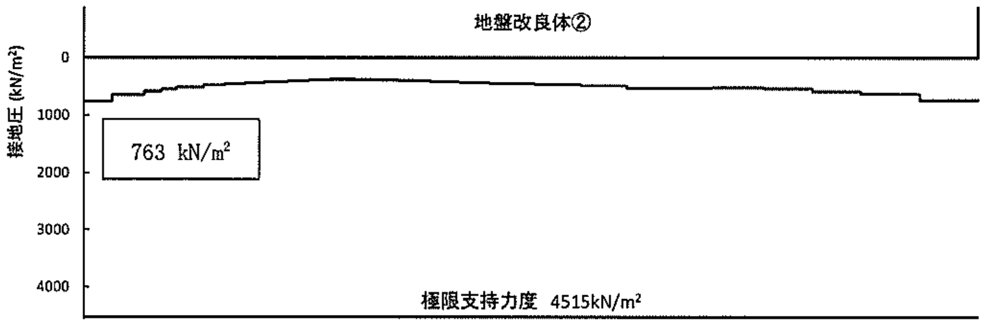


図 3.4－33 (8)　C’－C’断面（地盤改良体基礎構造部）の接地圧分布図
（地震波：Ｓｓ－１４，
検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース））

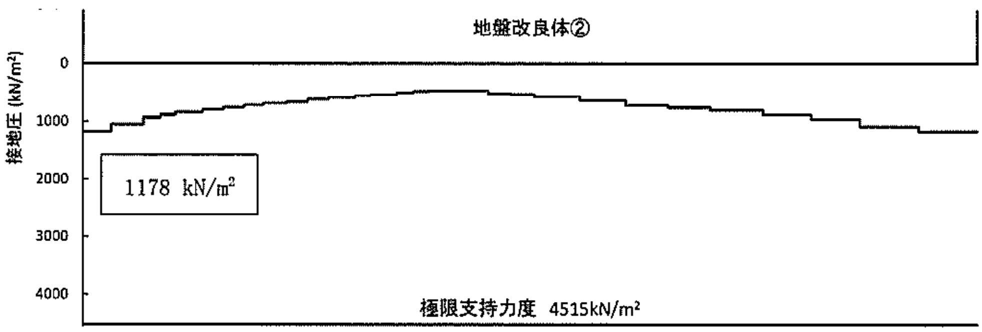


図 3.4－33 (9)　C’－C’断面（地盤改良体基礎構造部）の接地圧分布図
（地震波：Ｓｓ－２１，
検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース））

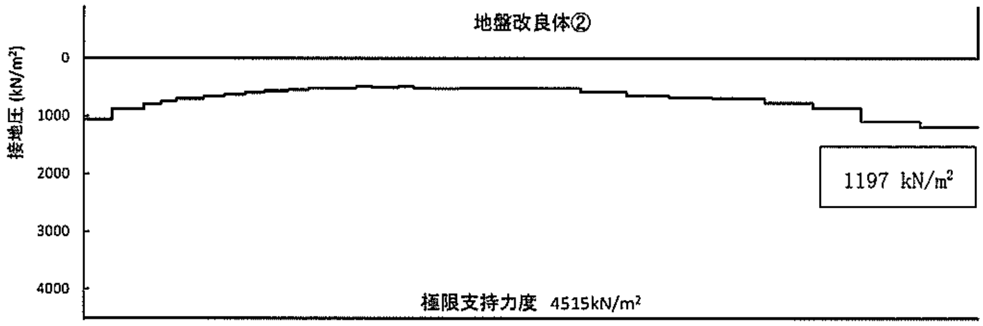


図 3.4－33 (10)　C’－C’断面（地盤改良体基礎構造部）の接地圧分布図
（地震波：Ｓｓ－２２，
検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース））

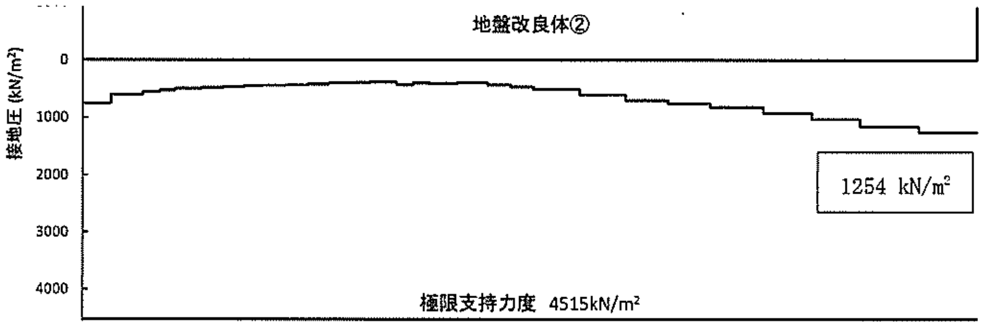


図 3.4－33 (11)　C’－C’断面（地盤改良体基礎構造部）の接地圧分布図
（地震波：Ｓｓ－３１〔H＋, V＋〕,
検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース））

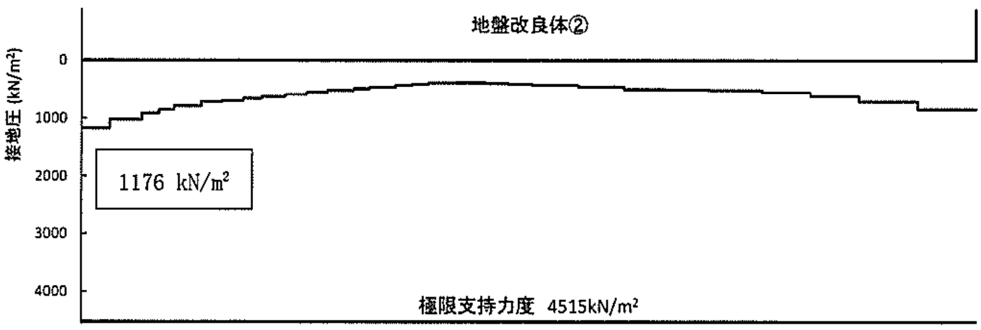


図 3.4－33 (12)　C’－C’断面（地盤改良体基礎構造部）の接地圧分布図
（地震波：Ｓｓ－３１〔H－, V＋〕,
検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース））

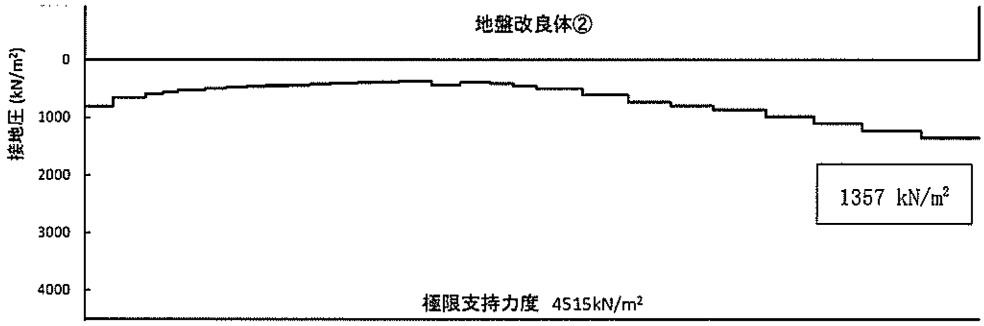


図 3.4—33（13）　C’－C’断面（地盤改良体基礎構造部）の接地圧分布図
（地震波：Ｓ$_s$－３１〔H＋,Ｖ＋〕,
検討ケース②：地盤物性のばらつきを考慮（＋1σ）した解析ケース）

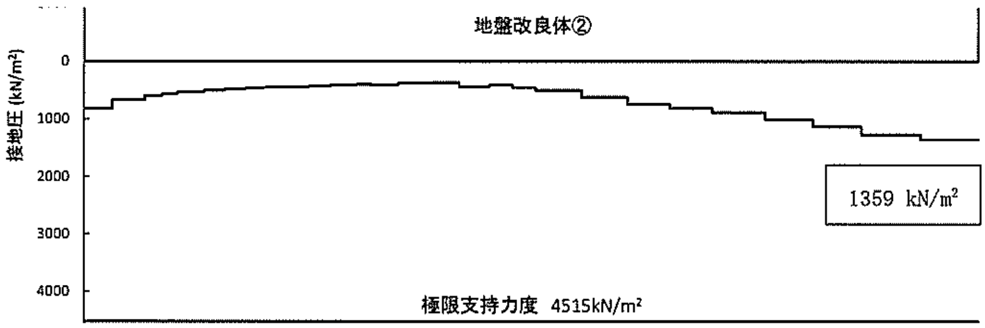


図 3.4—33（14）　C’－C’断面（地盤改良体基礎構造部）の接地圧分布図
（地震波：Ｓ$_s$－３１〔H＋,Ｖ＋〕,
検討ケース③：地盤物性のばらつきを考慮（－1σ）した解析ケース）

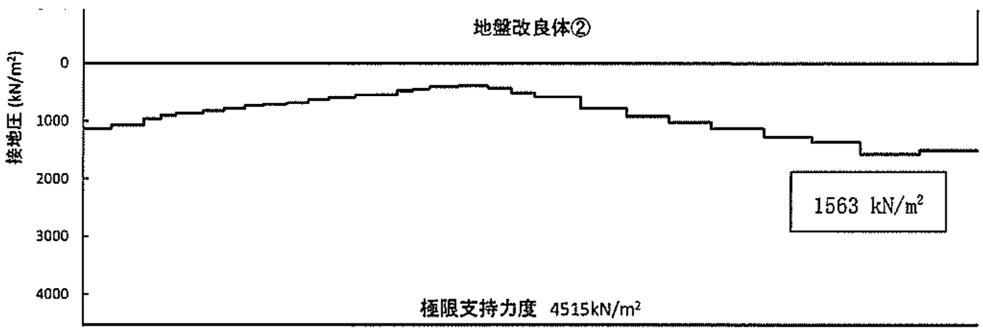


図 3.4—33（15）　C’－C’断面（地盤改良体基礎構造部）の接地圧分布図
（地震波：Ｓ$_s$－３１〔H＋,Ｖ＋〕，検討ケース④：敷地に存在しない豊浦標準砂の液状化強度特性により地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース）

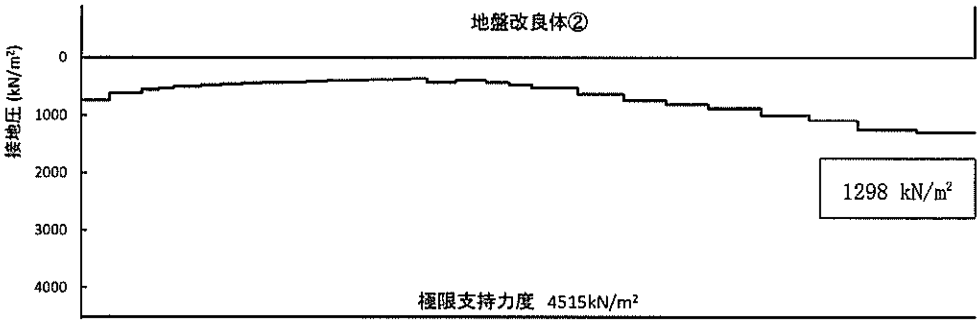


図 3.4−33（16） C’−C’断面（地盤改良体基礎構造部）の接地圧分布図
（地震波：Ｓ$_s$−３１〔H+, V+〕,
検討ケース⑤：原地盤において非液状化の条件を仮定した解析ケース）

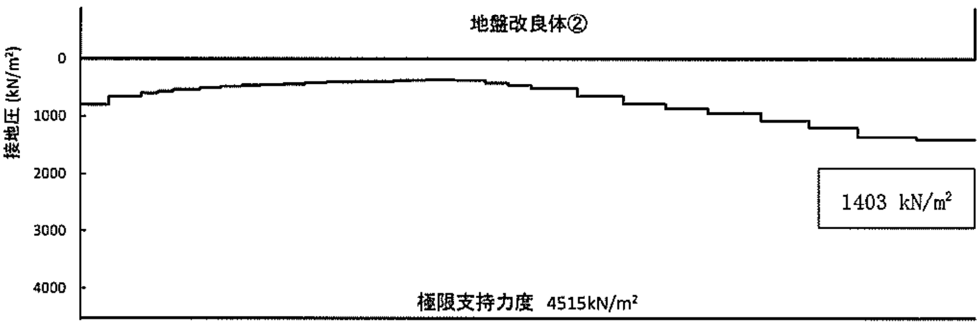


図 3.4−33（17） C’−C’断面（地盤改良体基礎構造部）の接地圧分布図
（地震波：Ｓ$_s$−３１〔H+, V+〕,
検討ケース⑥：地盤物性のばらつきを考慮（+1σ）して非液状化の条件を仮定した解析ケース）

3.5　まとめ

屋外二重管基礎について，基準地震動S_sによる地震動に対し，杭基礎部材の健全性，改良地盤の安定性，改良地盤及び基礎地盤の支持性能に対する評価を実施し，各評価結果が許容値以下であることを確認した。

以上のことから，屋外二重管基礎は，基準地震動S_sによる地震動に対して，要求性能を維持できる。

屋外二重管基礎の耐震安全性評価に関する参考資料

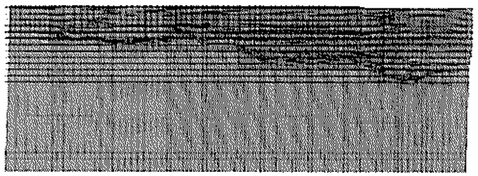
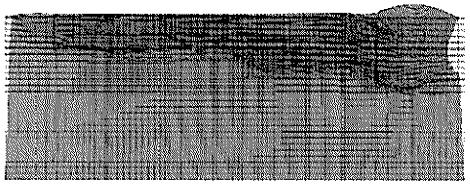
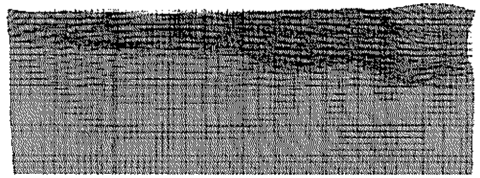
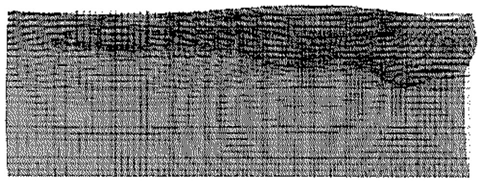
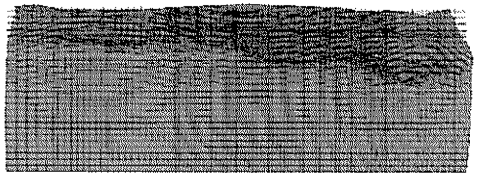
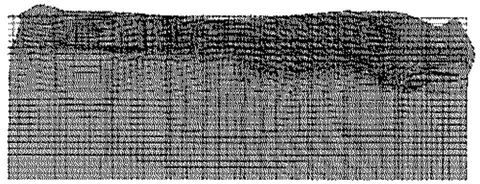
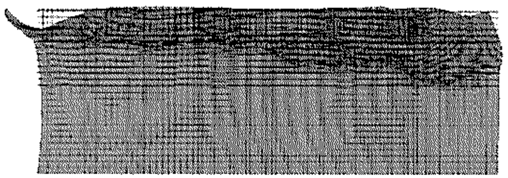
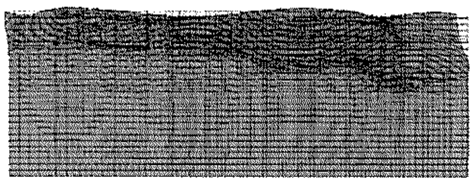
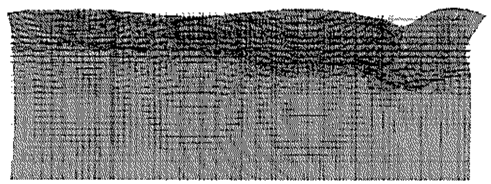
1. 減衰の設定について

地震応答解析における減衰については，固有値解析により求められる固有周期及び減衰比に基づき，質量マトリックス及び剛性マトリックスの線形結合で表される以下のRayleigh減衰にて与える。なお，Rayleigh減衰を$\alpha=0$となる剛性比例型減衰とする。Rayleigh減衰の設定は，地盤の低次のモードの変形が特に支配的となる地中埋設構造物のような地盤及び構造系全体に対して，その特定の振動モードの影響が大きいことを考慮し，かつ，振動モードの影響が全体系に占める割合の観点から，刺激係数に着目し行う。

固有値解析による刺激係数及びモード図を参考図3－1～参考図3－4に示す。また，設定したRayleigh減衰を参考図3－5～参考図3－8に示す。

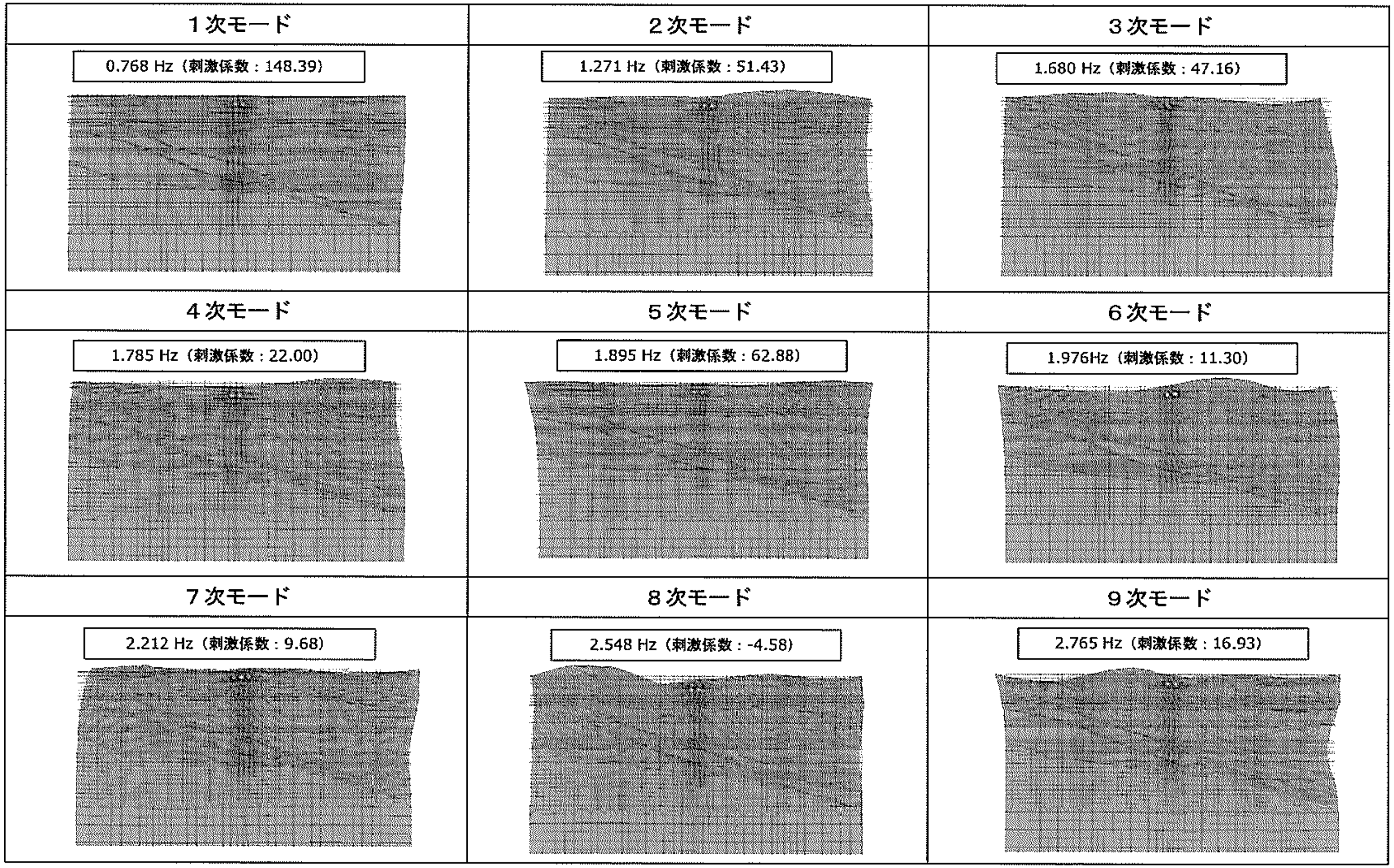
1次の基準モードについては，地盤及び構造系全体がせん断変形しているモードを選定している。

なお，初期減衰定数は，地盤については1 %（解析における減衰は，ひずみが大きい領域では履歴減衰が支配的となる。そのため，解析上の安定のためになるべく小さい値として1 %を採用している。）とする。また，線形材料としてモデル化する鋼材については3 %（道路橋示方書（V耐震設計編）・同解説（平成24年3月））とする。

1次モード	2次モード	3次モード
0.882 Hz（刺激係数：205.85） 	1.393 Hz（刺激係数：25.66） 	1.621 Hz（刺激係数：18.65） 
4次モード	5次モード	6次モード
1.813 Hz（刺激係数：-23.51） 	1.968 Hz（刺激係数：47.09） 	2.063 Hz（刺激係数：14.16） 
7次モード	8次モード	9次モード
2.154 Hz（刺激係数：35.95） 	2.361 Hz（刺激係数：-35.61） 	2.410 Hz（刺激係数：31.53） 

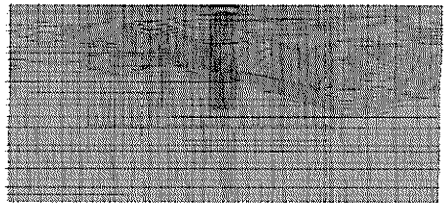
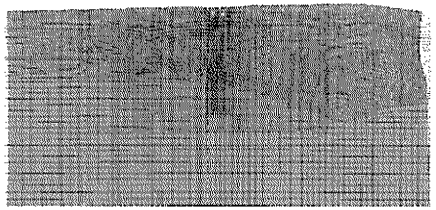
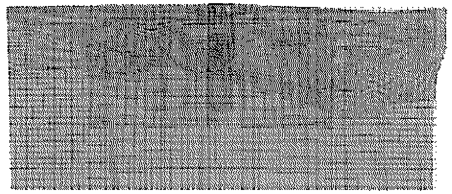
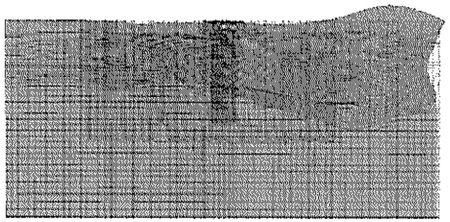
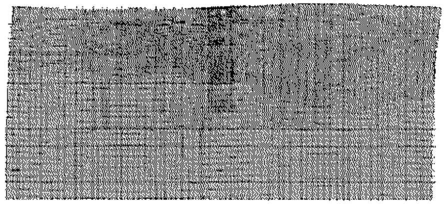
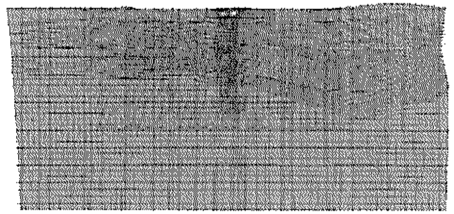
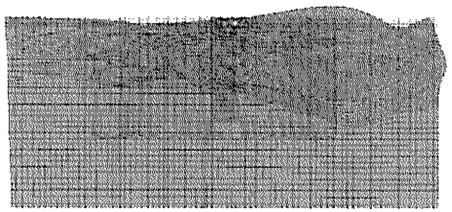
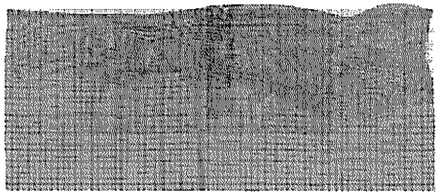
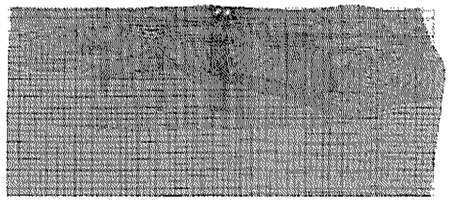
(a)　A－A断面

参考図3－1（1）　屋外二重管基礎の固有値解析結果（検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース）



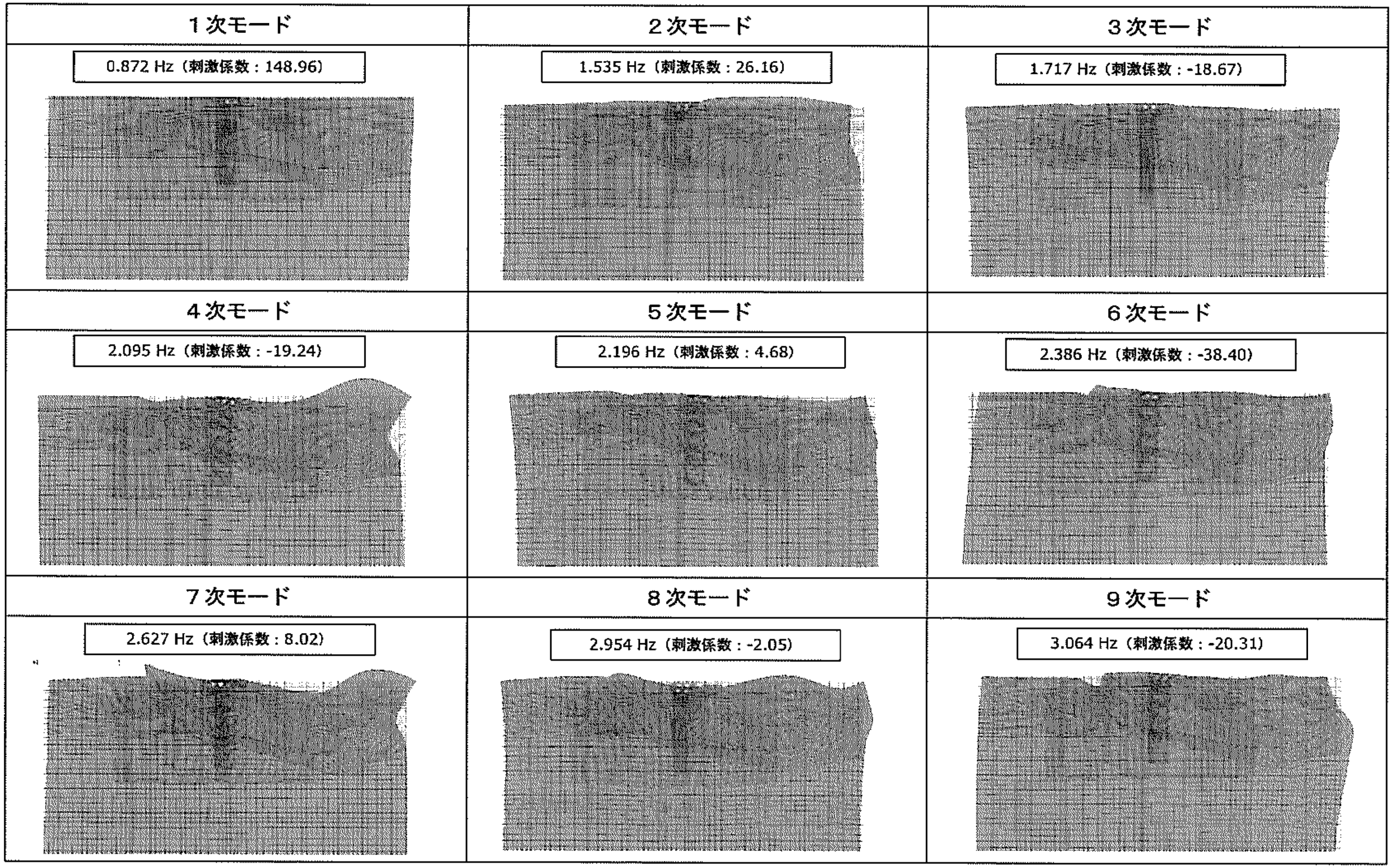
(b)　Ｂ－Ｂ断面

参考図３－１（2）　屋外二重管基礎の固有値解析結果（検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース）

１次モード	２次モード	３次モード
0.903 Hz（刺激係数：211.47） 	1.595 Hz（刺激係数：32.07） 	1.783 Hz（刺激係数：-27.99） 
４次モード	５次モード	６次モード
2.267 Hz（刺激係数：-34.14） 	2.301 Hz（刺激係数：-1.85） 	2.444 Hz（刺激係数：54.38） 
７次モード	８次モード	９次モード
2.791 Hz（刺激係数：-3.46 	3.148 Hz（刺激係数：2.26） 	3.237 Hz（刺激係数：-25.53） 

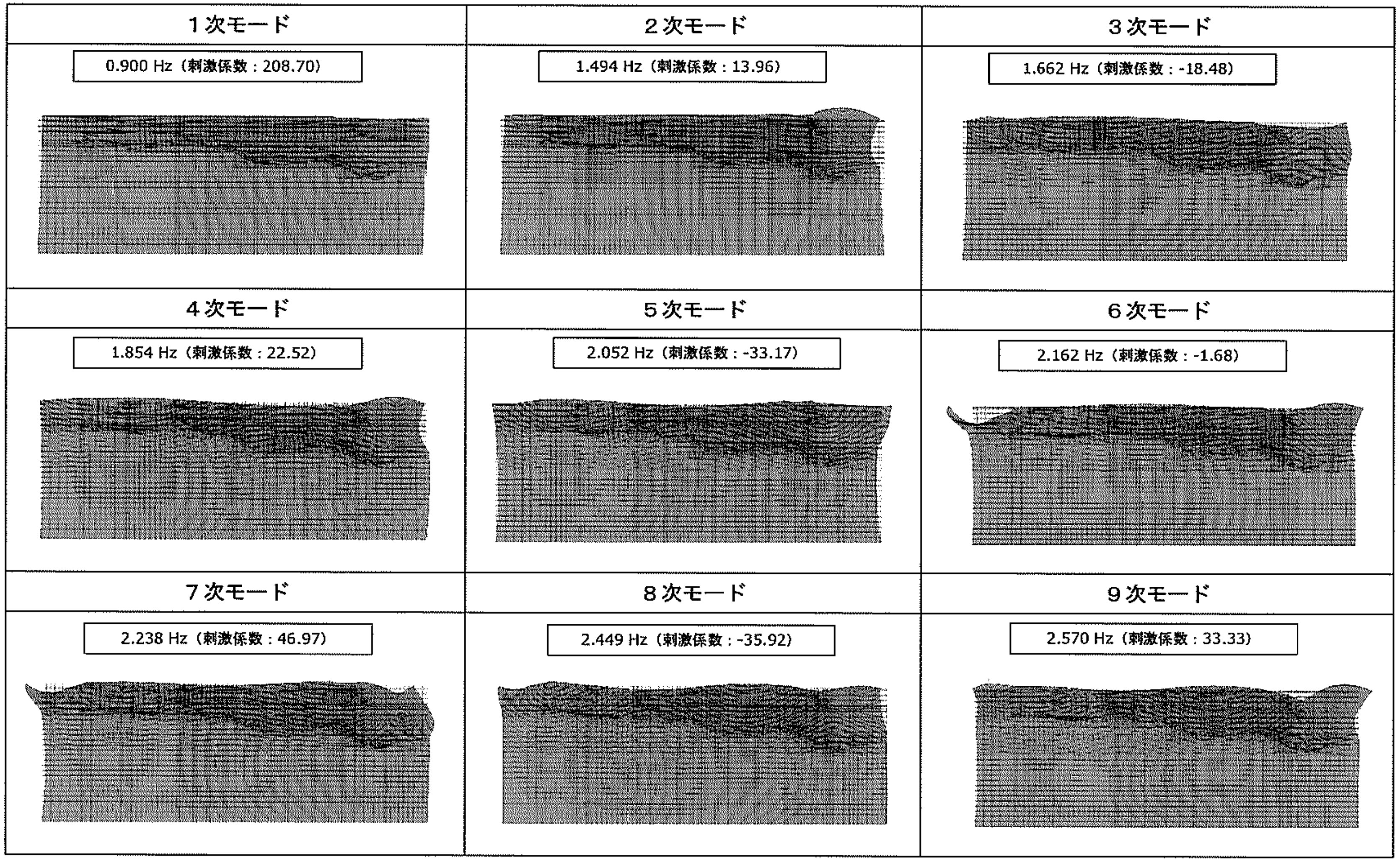
(c)　Ｃ－Ｃ断面（杭基礎構造部）

参考図３－１（３）　屋外二重管基礎の固有値解析結果（検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース）



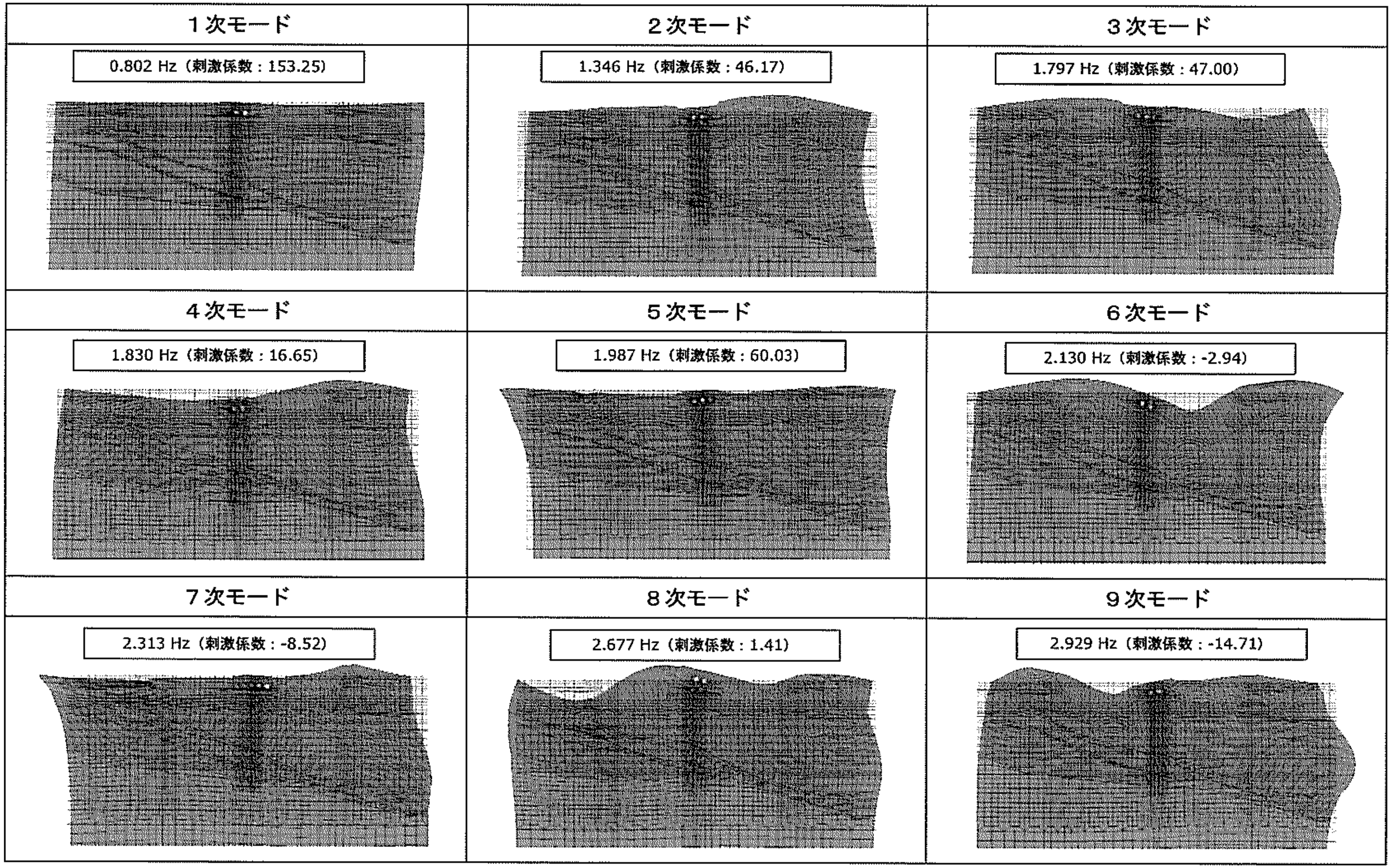
(d)　Ｃ －Ｃ 断面（地盤改良体基礎構造部）

参考図 3－1（4）　屋外二重管基礎の固有値解析結果（検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース）



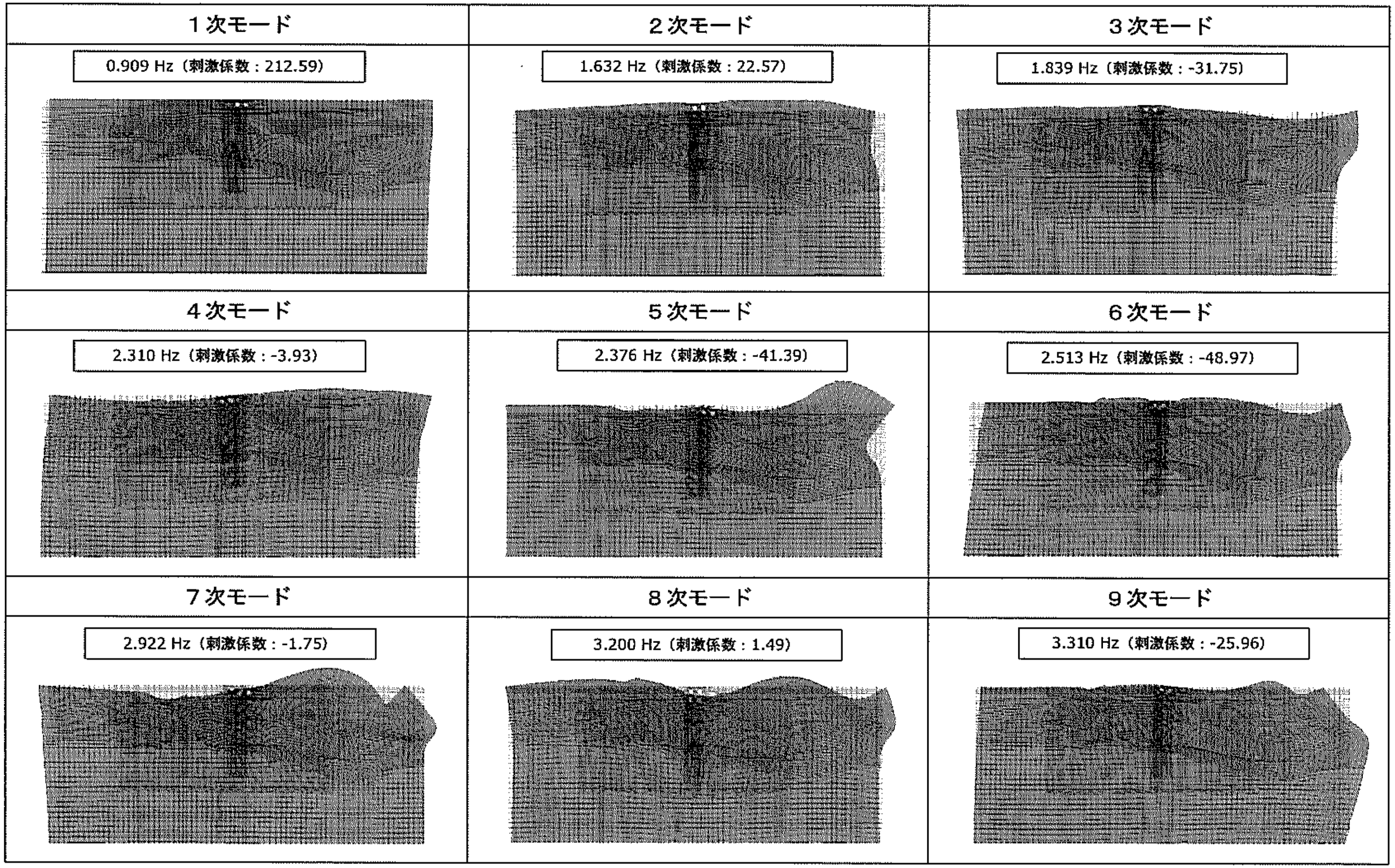
(a)　A－A断面

参考図3－2（1）　屋外二重管基礎の固有値解析結果（検討ケース②：地盤物性のばらつきを考慮（＋1σ）した解析ケース）



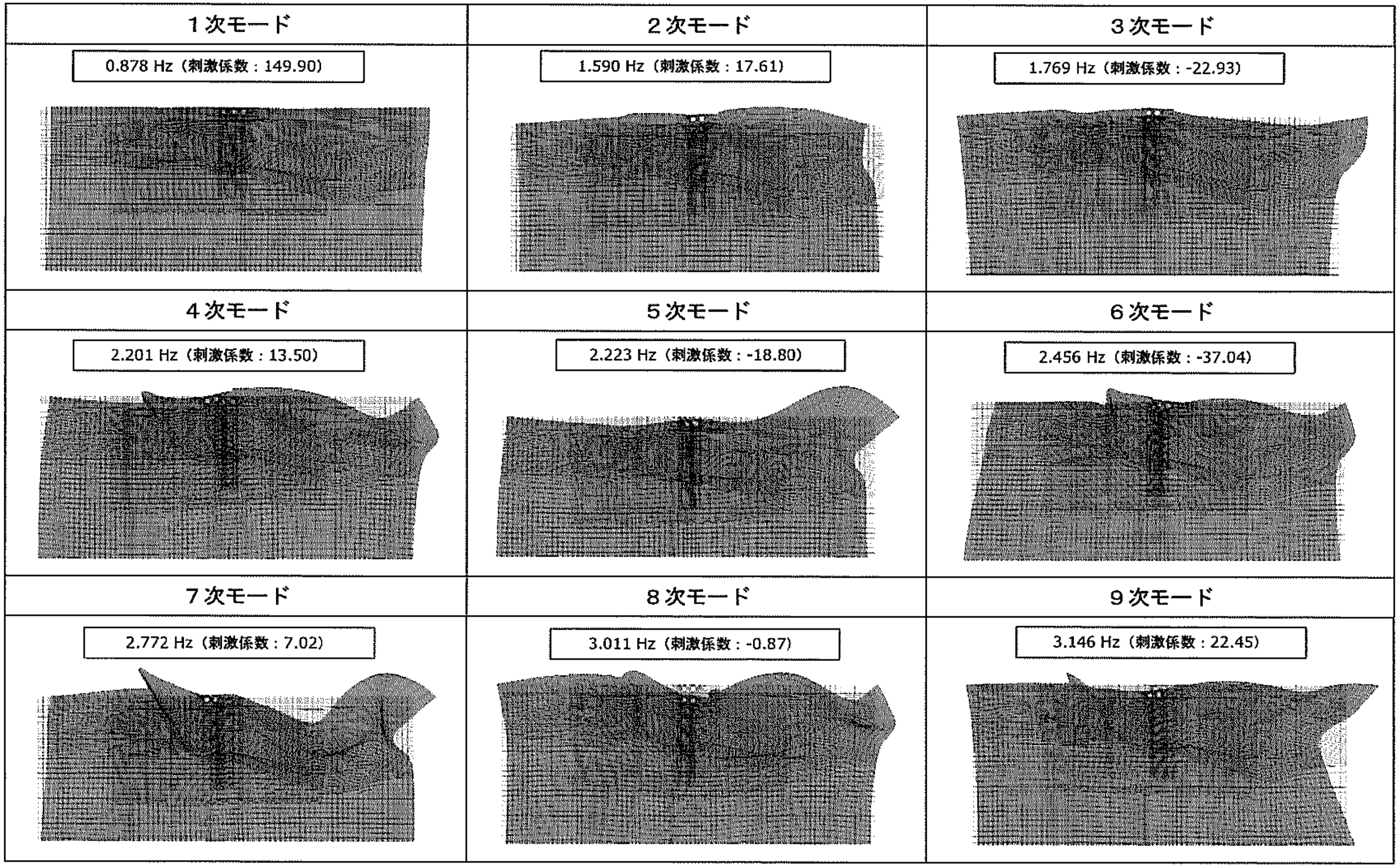
(b)　B－B断面

参考図３－２（2）　屋外二重管基礎の固有値解析結果（検討ケース②：地盤物性のばらつきを考慮（＋1σ）した解析ケース）



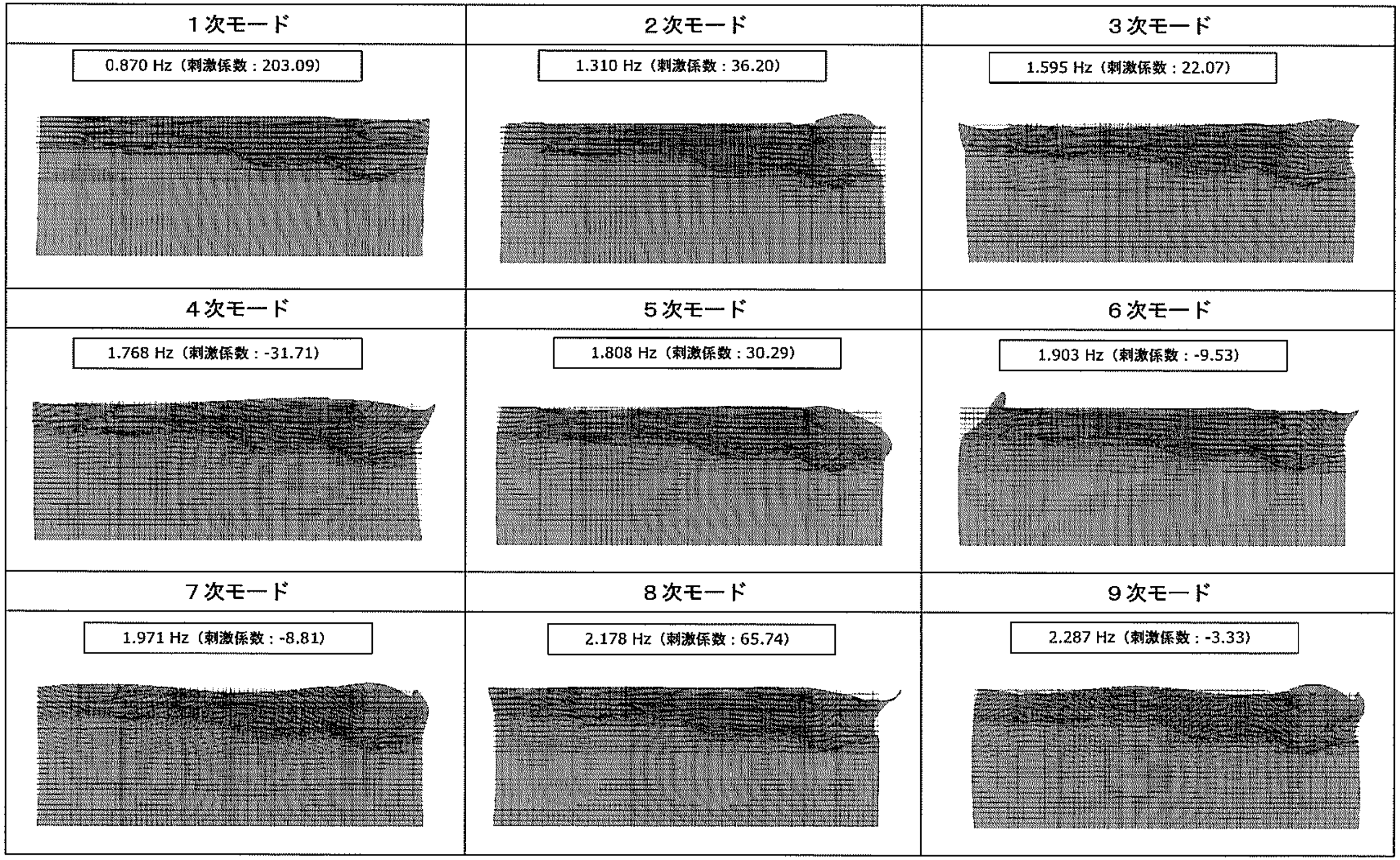
(c)　C－C断面（杭基礎構造部）

参考図3－2（3）　屋外二重管基礎の固有値解析結果（検討ケース②：地盤物性のばらつきを考慮（+1σ）した解析ケース）



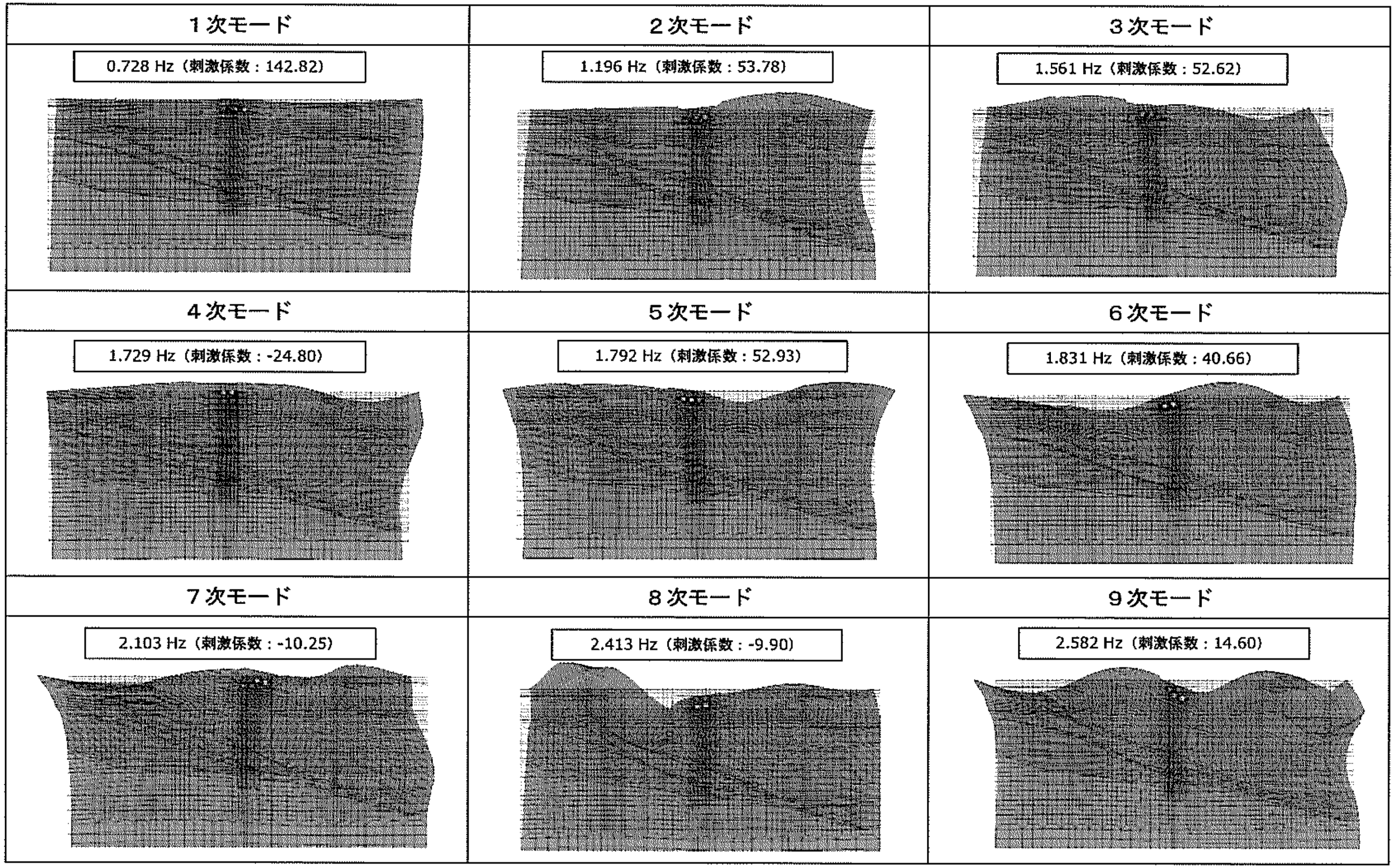
(d)　Ｃ－Ｃ断面（地盤改良体基礎構造部）

参考図３−２（４）　屋外二重管基礎の固有値解析結果（検討ケース②：地盤物性のばらつきを考慮（＋１σ）した解析ケース）



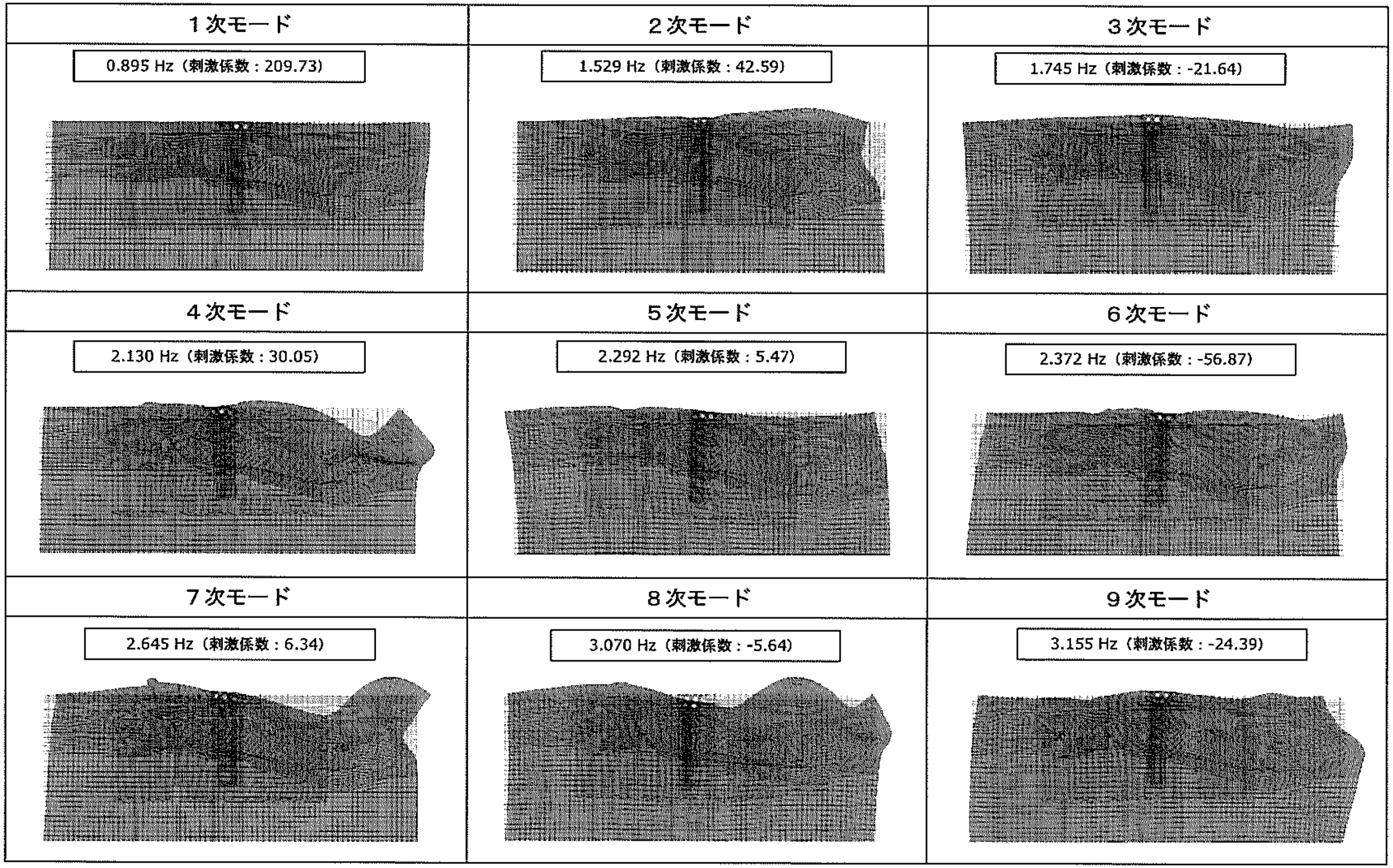
(a)　A－A断面

参考図３－３（1）　屋外二重管基礎の固有値解析結果（検討ケース③：地盤物性のばらつきを考慮（－１σ）した解析ケース）



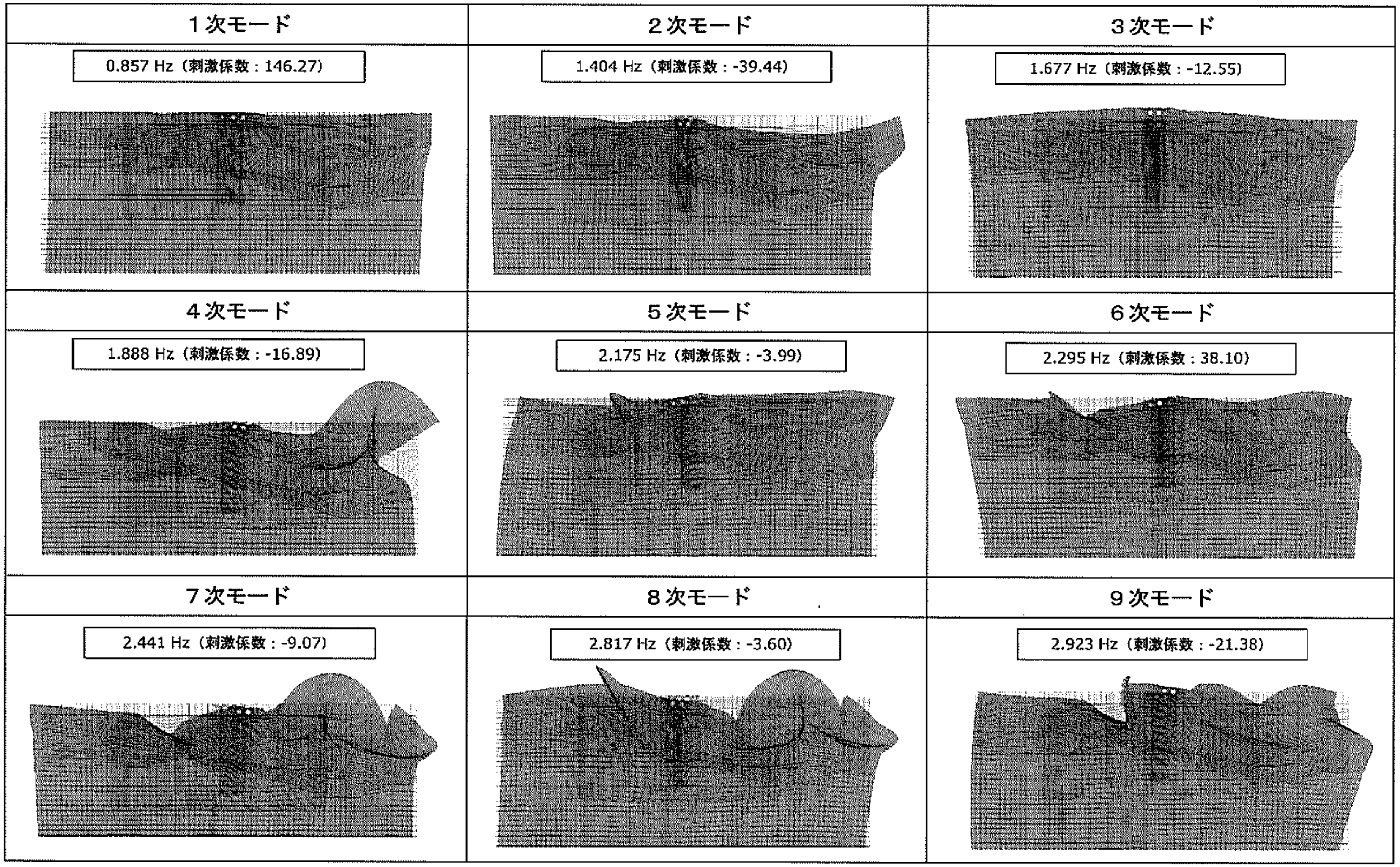
(b)　Ｂ－Ｂ断面

参考図３－３（2）　屋外二重管基礎の固有値解析結果（検討ケース③：地盤物性のばらつきを考慮（－１σ）した解析ケース）



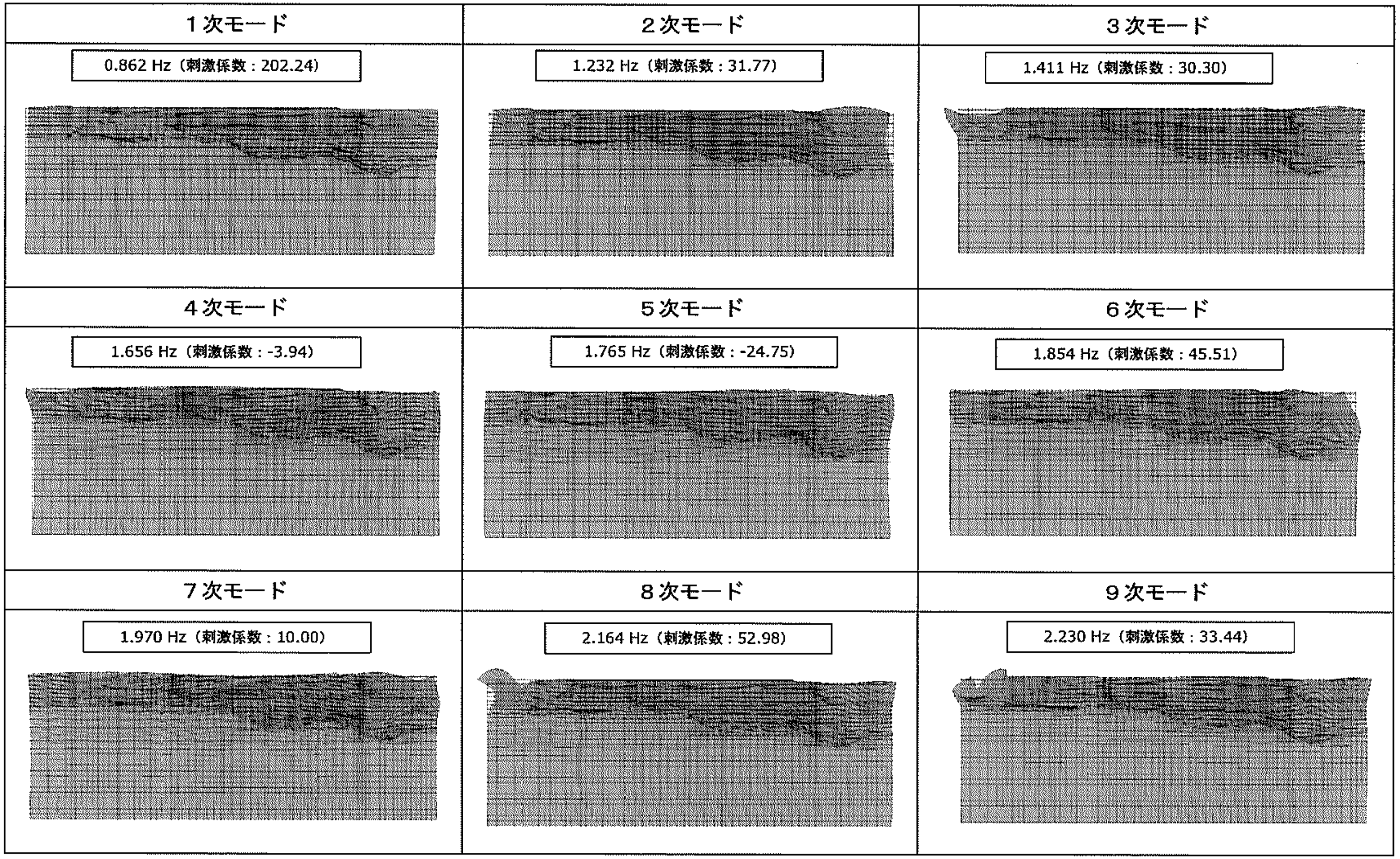
(c)　Ｃ－Ｃ断面（杭基礎構造部）

参考図３－３（３）　屋外二重管基礎の固有値解析結果（検討ケース③：地盤物性のばらつきを考慮（－１σ）した解析ケース）



(d)　C －C 断面（地盤改良体基礎構造部）

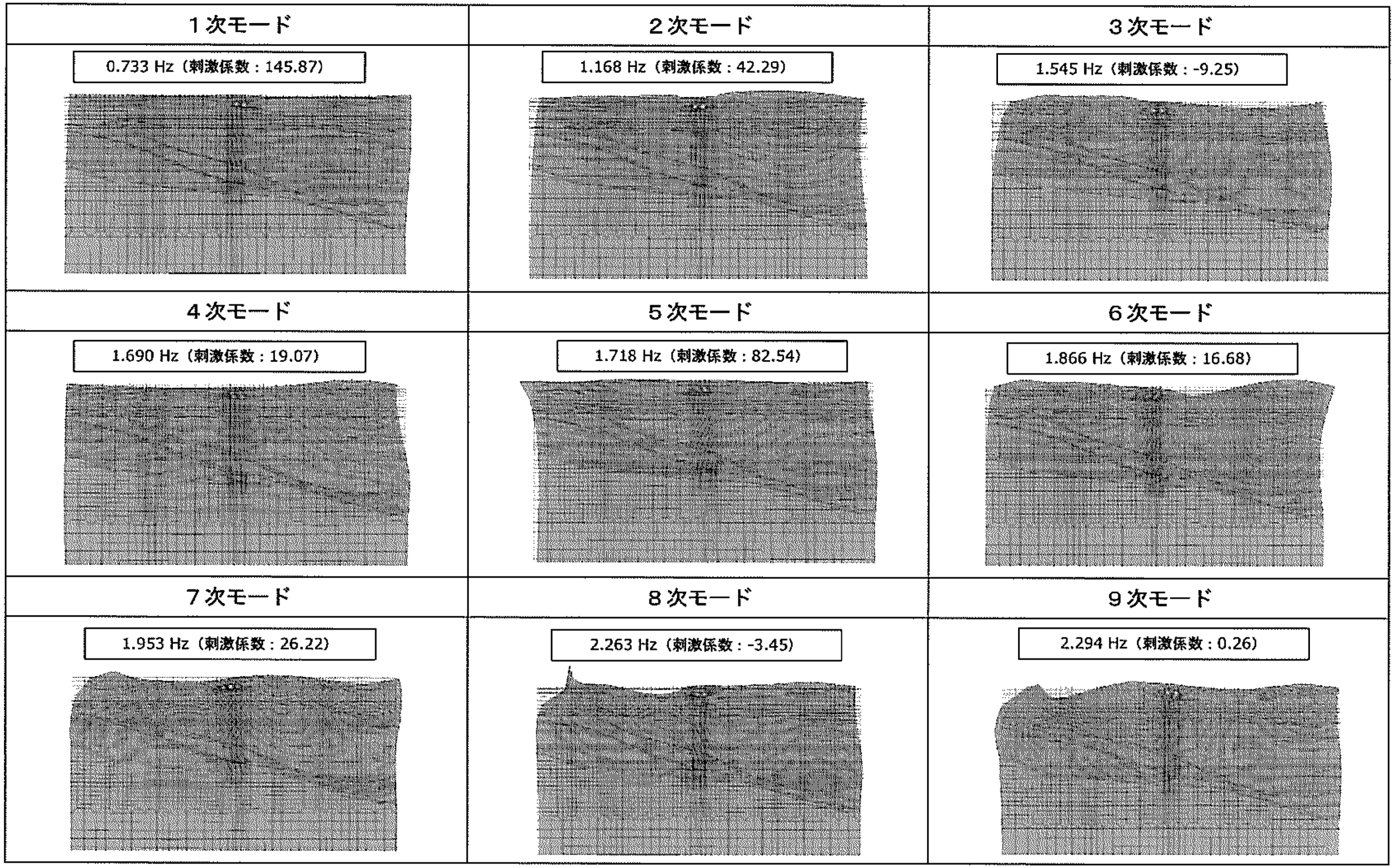
参考図3－3（4）　屋外二重管基礎の固有値解析結果（検討ケース③：地盤物性のばらつきを考慮（－1σ）した解析ケース）



(a)　A－A断面

参考図3－4（1）　屋外二重管基礎の固有値解析結果

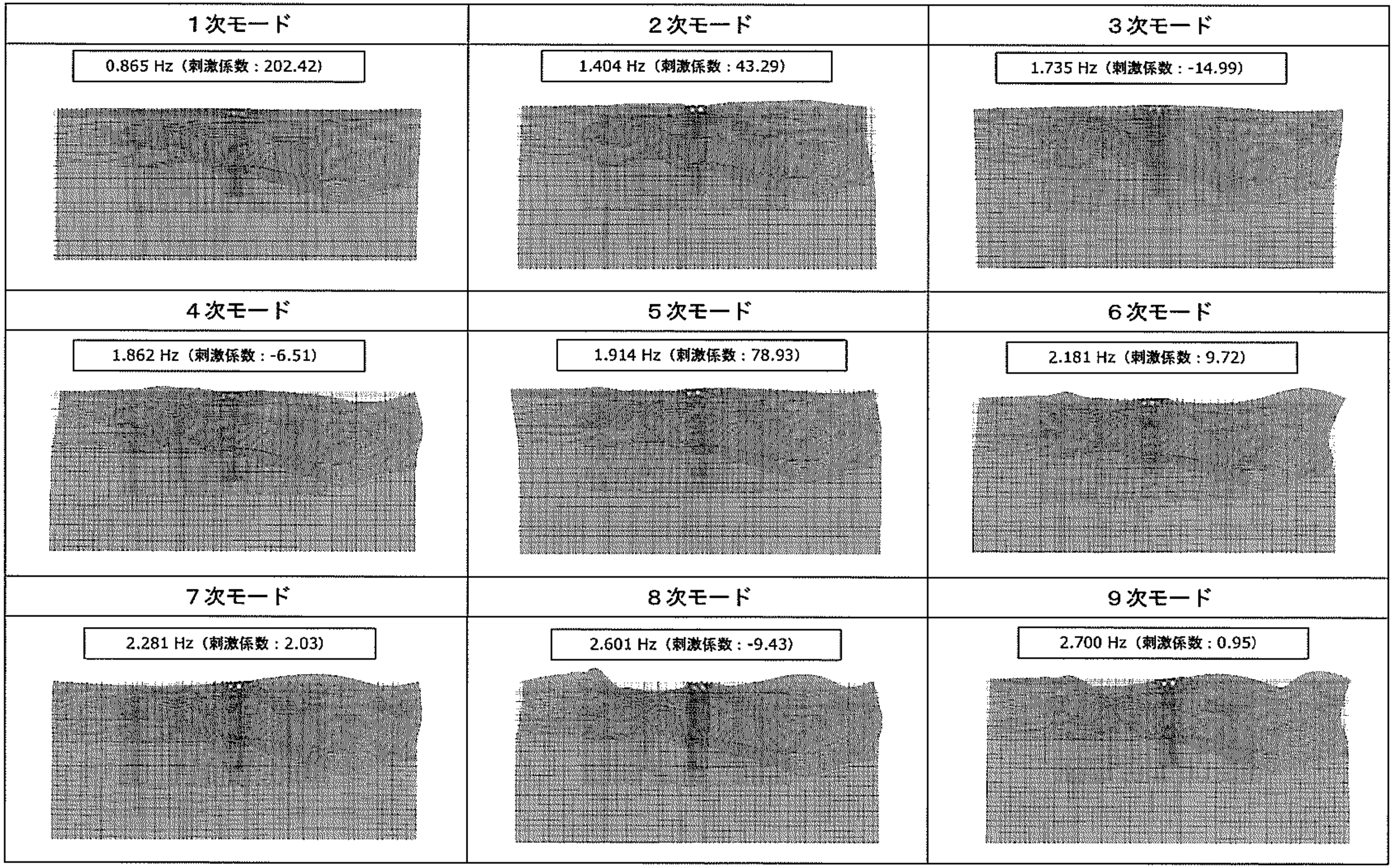
（検討ケース④：敷地に存在しない豊浦標準砂の液状化強度特性により地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース）



(b)　Ｂ－Ｂ断面

参考図３－４（２）　屋外二重管基礎の固有値解析結果

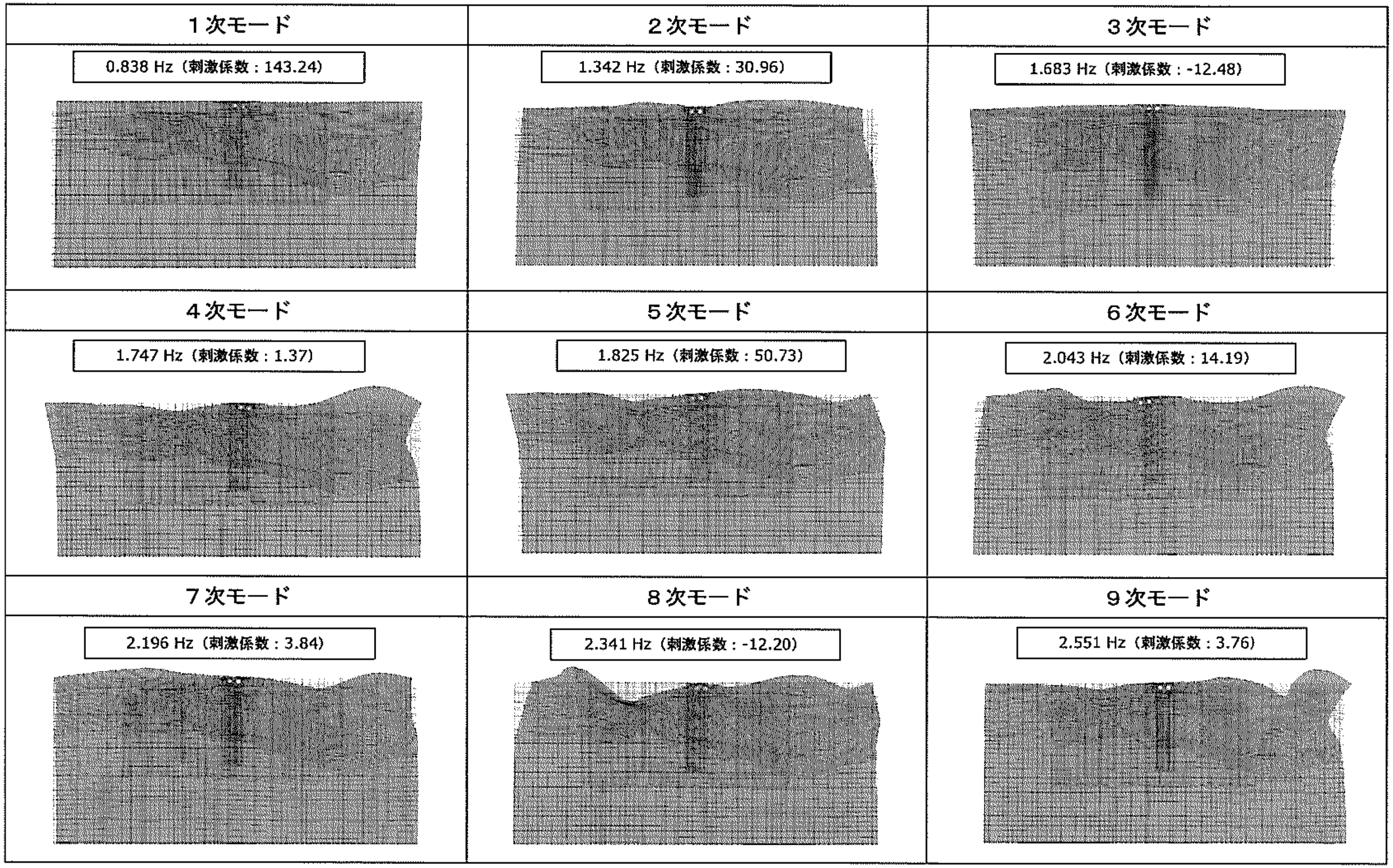
（検討ケース④：敷地に存在しない豊浦標準砂の液状化強度特性により地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース）



(c)　Ｃ－Ｃ断面（杭基礎構造部）

参考図３－４（3）　屋外二重管基礎の固有値解析結果

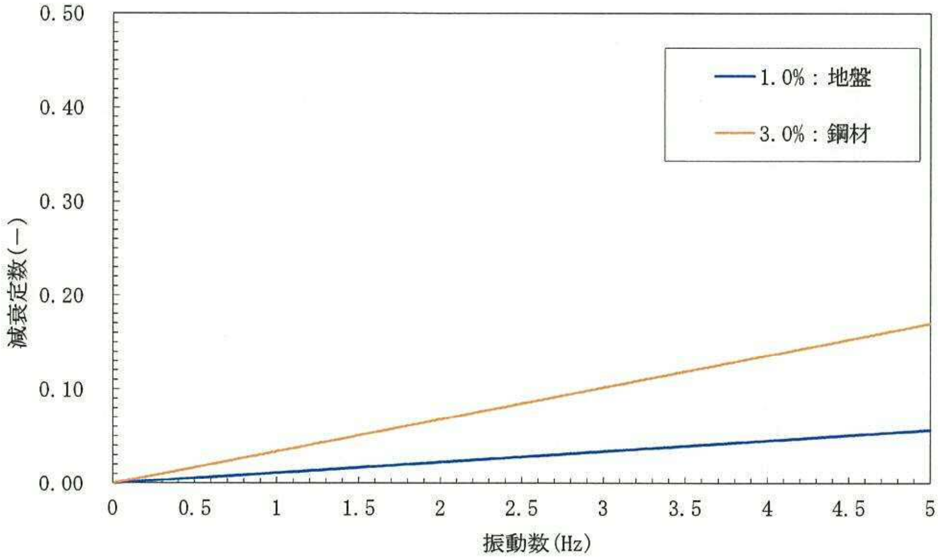
（検討ケース④：敷地に存在しない豊浦標準砂の液状化強度特性により地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース）



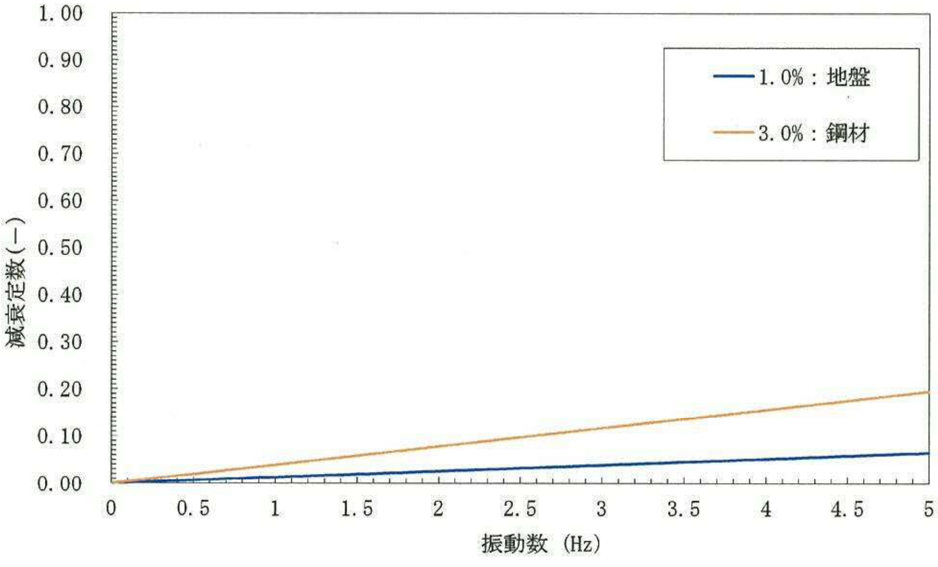
(d)　Ｃ －Ｃ 断面（地盤改良体基礎構造部）

参考図 3－4（4）　屋外二重管基礎の固有値解析結果

（検討ケース④：敷地に存在しない豊浦標準砂の液状化強度特性により地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース）



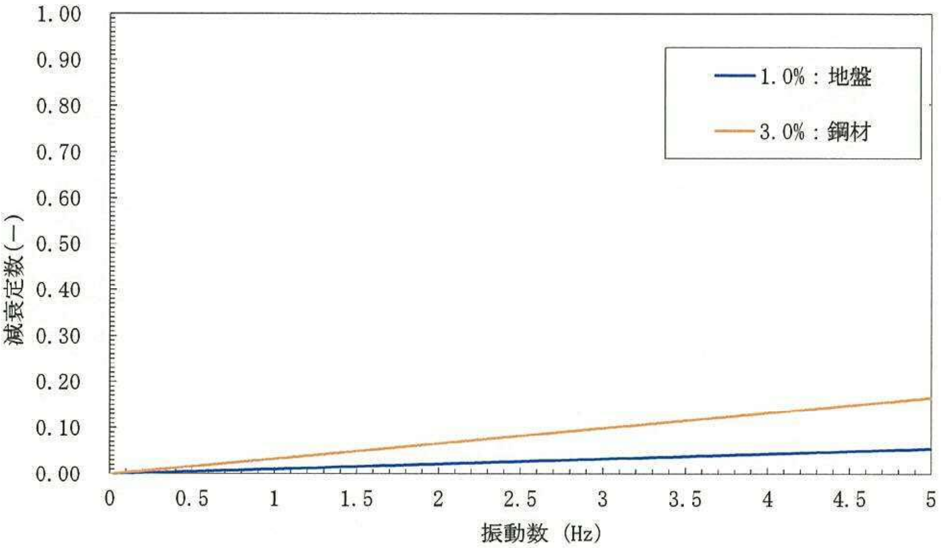
(a)　A－A断面



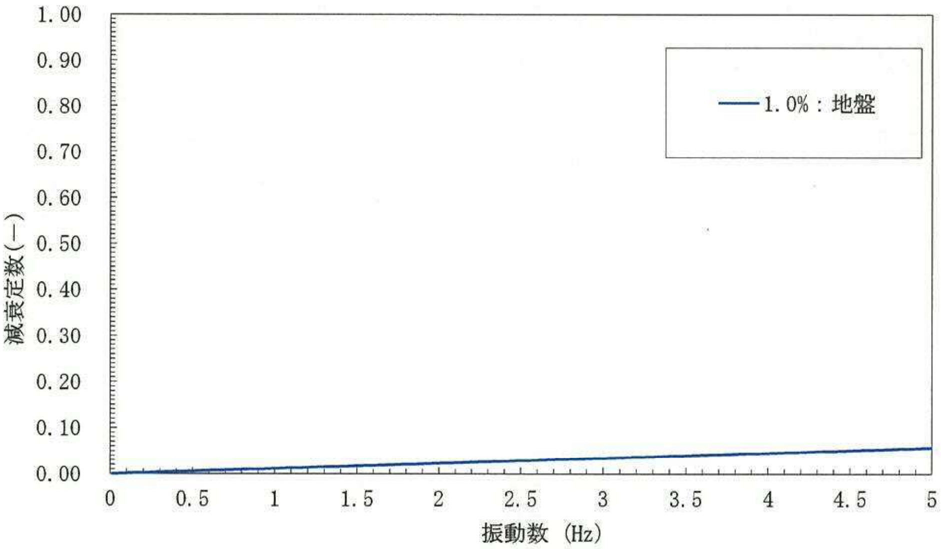
(b)　B－B断面

参考図3－5 (1)　設定したRayleigh減衰

（検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース）

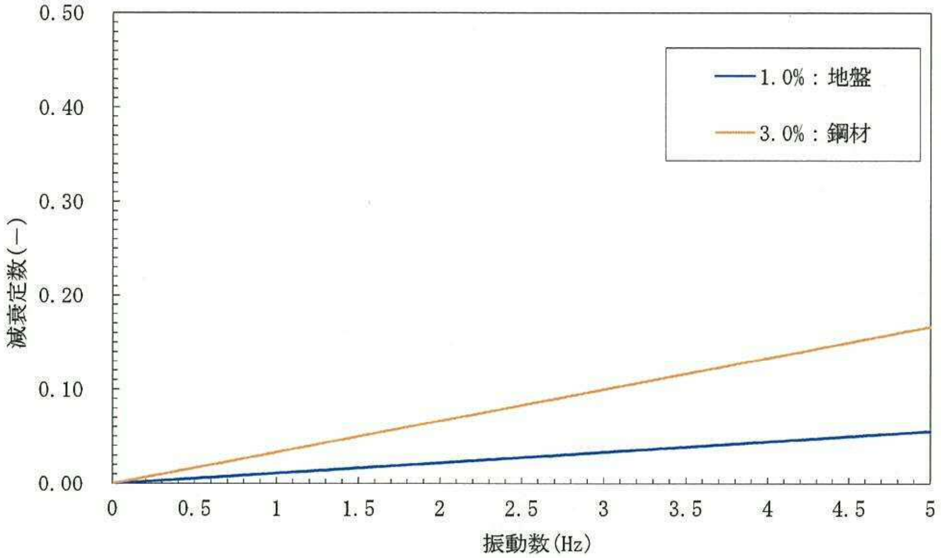


(c)　C－C断面（杭基礎構造部）

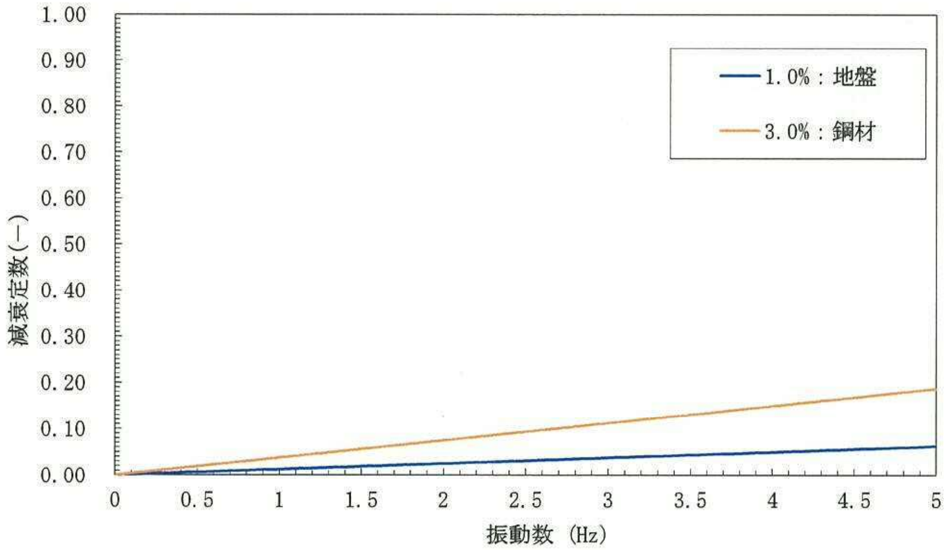


(d)　C－C断面（地盤改良体基礎構造部）

参考図3－5 (2)　設定したRayleigh減衰
（検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース）



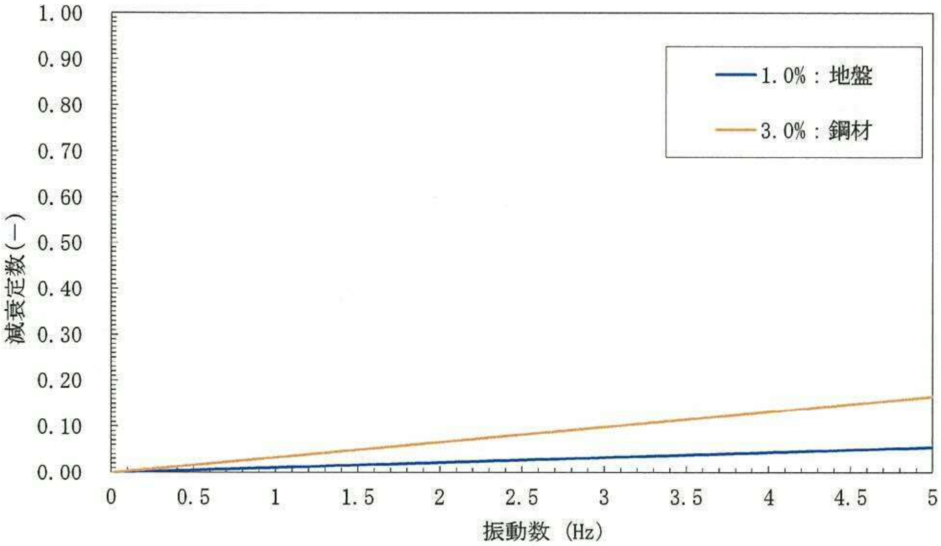
(a)　A－A断面



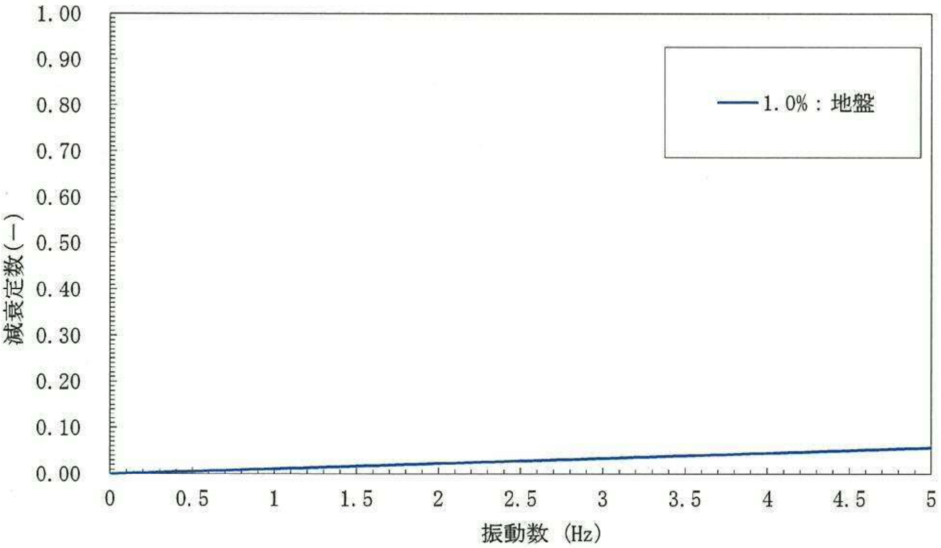
(b)　B－B断面

参考図3－6 (1)　設定したRayleigh減衰

(検討ケース②：地盤物性のばらつきを考慮（+1σ）した解析ケース)

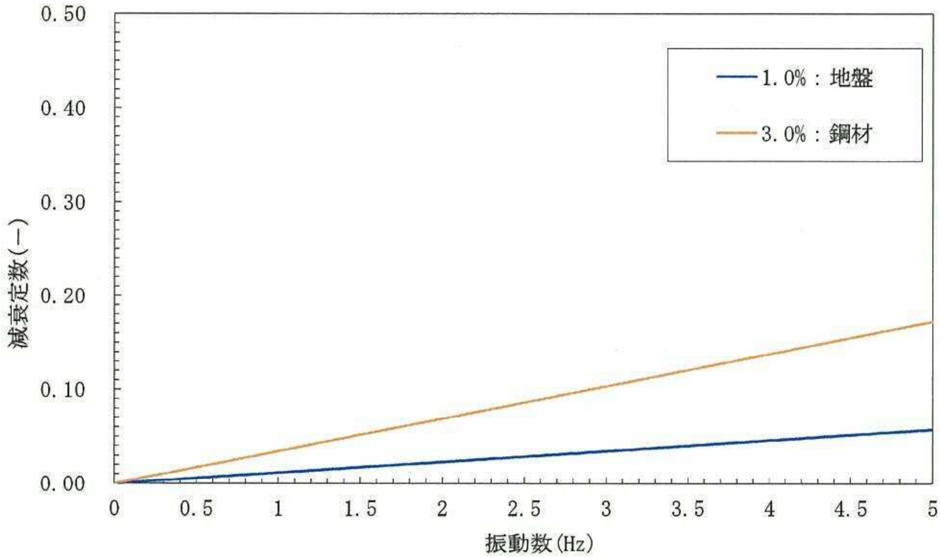


(c)　C－C断面（杭基礎構造部）

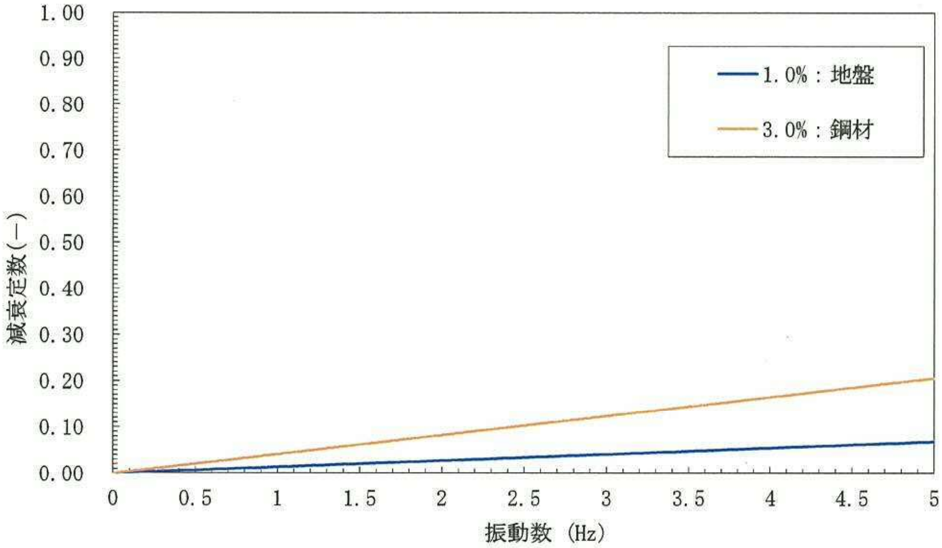


(d)　C－C断面（地盤改良体基礎構造部）

参考図3－6（2）　設定したRayleigh減衰
（検討ケース②：地盤物性のばらつきを考慮（＋1σ）した解析ケース）

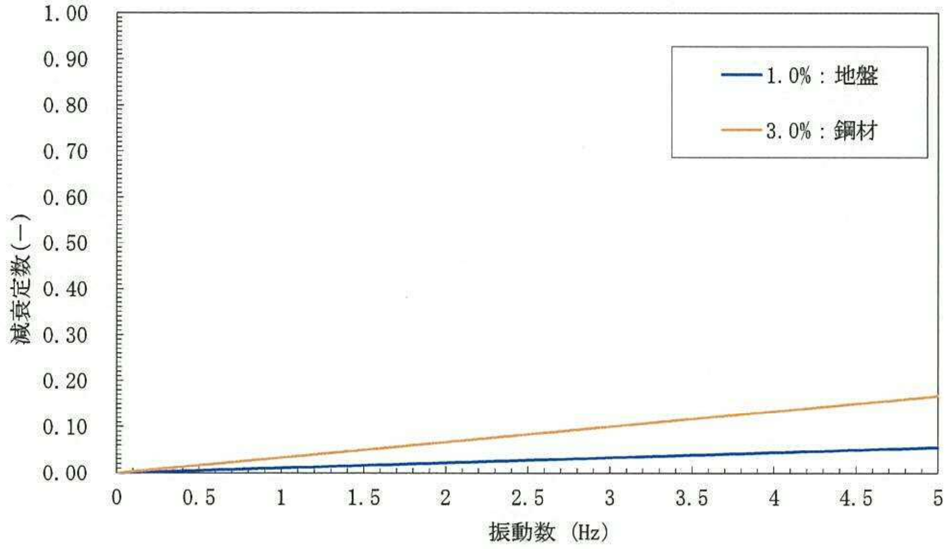


(a)　A－A断面

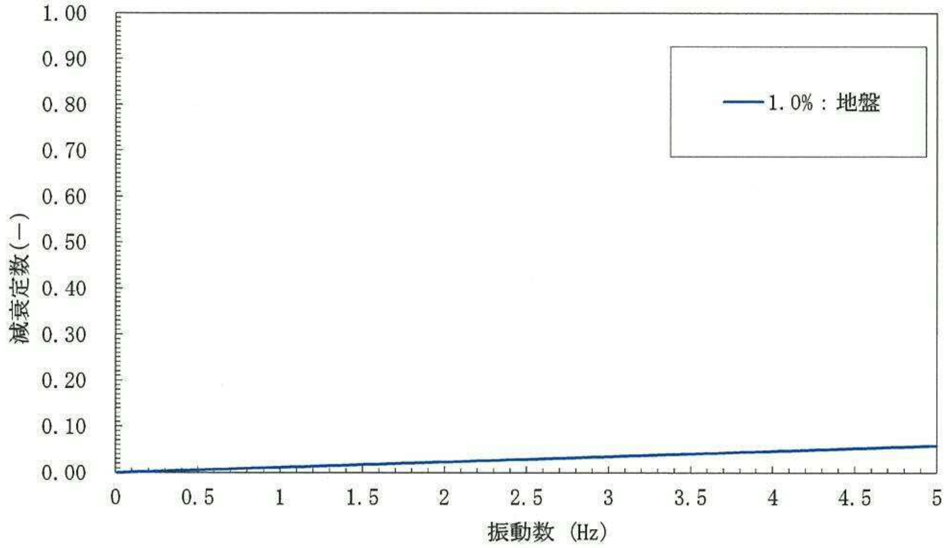


(b)　B－B断面

参考図3－7 (1)　設定したRayleigh減衰
(検討ケース③：地盤物性のばらつきを考慮（－1σ）した解析ケース)

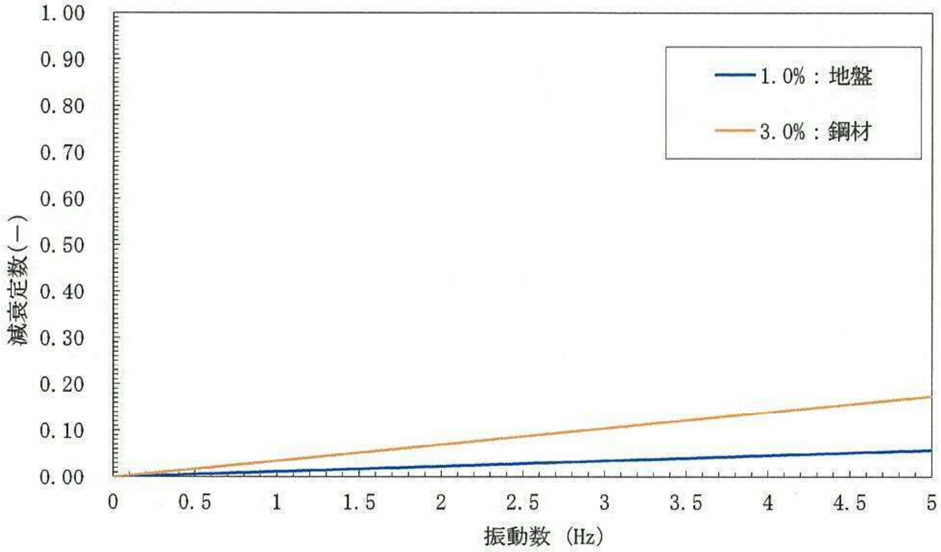


(c)　C－C断面（杭基礎構造部）

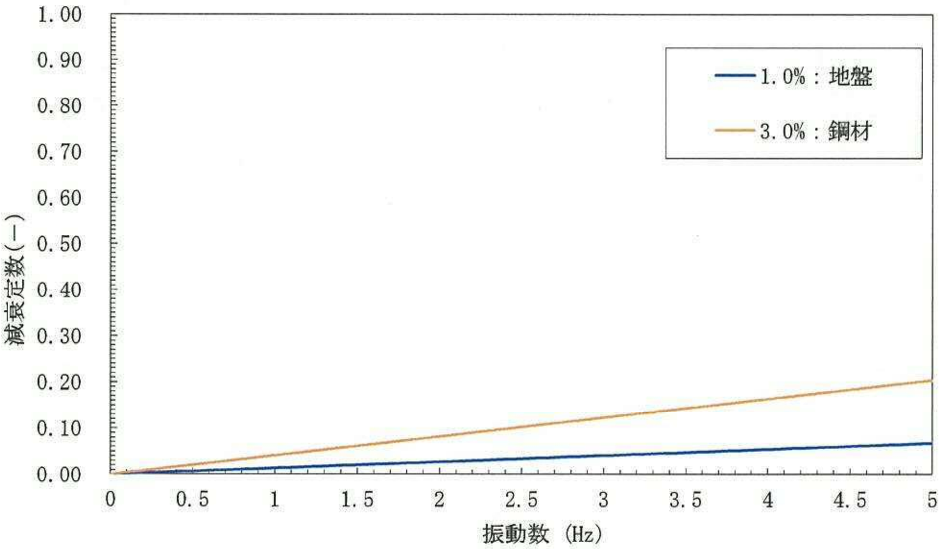


(d)　C－C断面（地盤改良体基礎構造部）

参考図3－7 (2)　設定したRayleigh減衰
（検討ケース③：地盤物性のばらつきを考慮（－1σ）した解析ケース）



(a)　A－A断面

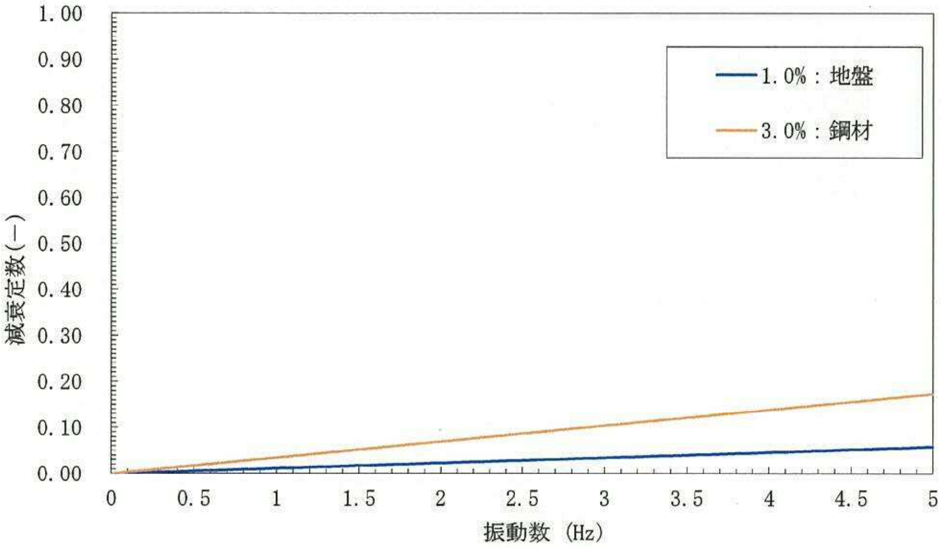


(b)　B－B断面

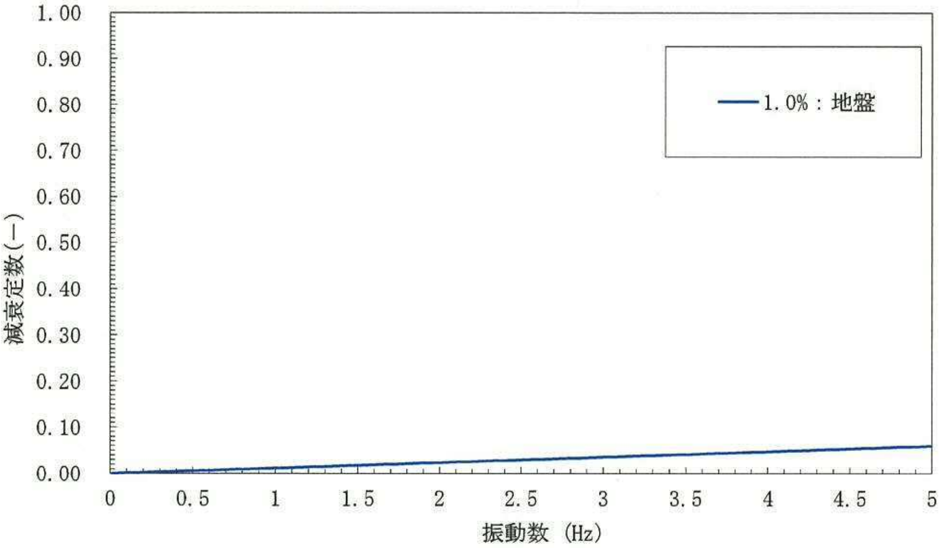
参考図3－8 (1)　設定したRayleigh減衰

(検討ケース④：敷地に存在しない豊浦標準砂の液状化強度特性により

地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース)



(c)　C－C断面（杭基礎構造部）



(d)　C－C断面（地盤改良体基礎構造部）

参考図3－8 (2)　設定したRayleigh減衰

（検討ケース④：敷地に存在しない豊浦標準砂の液状化強度特性により

地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース）

2. 電路の配置について

地盤改良体①内には，屋外二重管本体の他に電路を埋設する。電路は，杭基礎構造部においては，地盤改良体①及び鋼管杭を介して十分な支持機能を有する基礎地盤により支持する。地盤改良体基礎構造部においては，地盤改良体①及び地盤改良体②を介して十分な支持機能を有する基礎地盤により支持する。

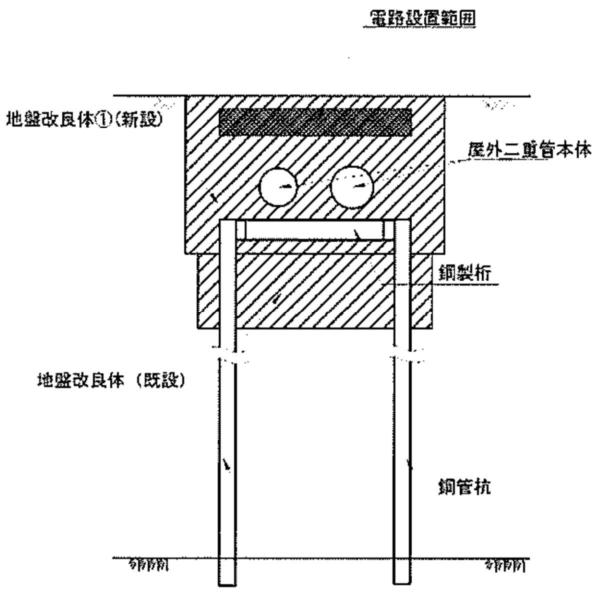
電路は，φ170 ㎜程度の鋼管内に設置し，地盤改良体①内に 34 本程度埋設する。

電路の埋設位置は，屋外二重管本体の地盤改良体①による支持機構に影響がないよう，杭基礎構造部において鉛直方向には，屋外二重管本体中心位置より上部の位置に設置し，水平方向には鋼製桁の設置幅範囲以内に設置する。一方，地盤改良体基礎構造部においては，鉛直方向には屋外二重管本体位置より上部の位置に設置し，水平方向には地盤改良体①の設置範囲内に設置する。電路の設置位置よりも下部の支持構造部がすべて健全であれば，電路の支持機構は確保される。

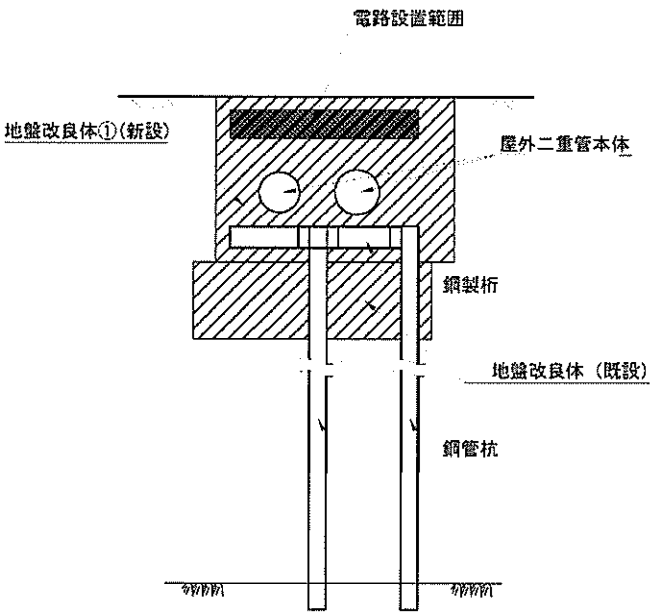
電路を考慮しない場合の地盤改良体①の安定性は， B－B断面，C－C断面及びC’－C’断面において，発生応力が許容限界以下であることを局所安全係数が 1.5 以上により，引張強度に達した要素がある場合は，発生せん断力に対して滑動しないことをすべり安全率により確認している。また，電路の自重は地盤改良体①の自重よりも十分に小さいことから，電路の自重による地盤改良体①及び屋外二重管本体への影響はない。

以上のとおり，電路は地盤改良体①の上側に位置するため，電路の断面積を地盤改良体①から減じたとしても，電路よりも下部の地盤改良体①のすべり安定性に影響はない。

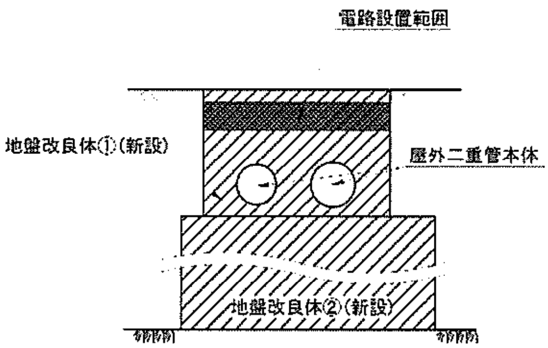
電路設置範囲を参考図 3－9 に，電路設置例を参考図 3－10 に示す。



(a)　B－B断面

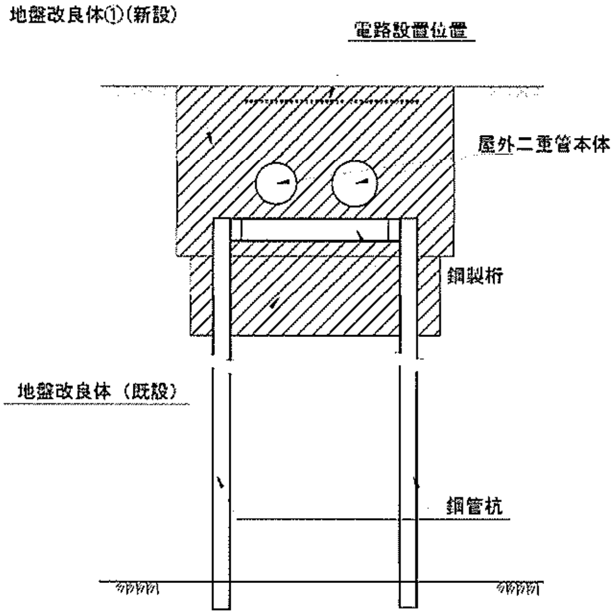


(b)　C－C断面（杭基礎構造部）



(c)　C－C 断面
（地盤改良体基礎構造部）

参考図 3－9　電路配置位置図



参考図３－10　電路配置図例

3.　ベーラー建屋の影響について

屋外二重管は，原子炉建屋に隣接する杭基礎形式のベーラー建屋の下の地盤改良体を通る埋設箇所がある。そこで，地震によるベーラー建屋の振動を考慮した場合において，屋外二重管の耐震安全性評価への影響を確認する。

屋外二重管とベーラー建屋の位置を参考図 3−11 に示す。ベーラー建屋の影響検討を実施するに当たり，地盤改良体基礎構造部は，岩盤上面の標高がおおむね水平であることから，断面位置による岩盤標高の違いがほとんどないため，C’−C’断面を耐震安全性の評価断面としている。

C’−C’断面において地盤改良体の照査値が最も厳しくなるのは，検討ケース④（敷地に存在しない豊浦標準砂の液状化強度特性により地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース）である。そこで，C’−C’断面にベーラー建屋を投影した解析モデルを作成し，ベーラー建屋の有無及びベーラー建屋基礎の損傷を仮定した場合の影響ついて検討する。解析ケースは検討ケース④の条件で以下に記す 3 ケースを実施する。

ケースＡ：ベーラー建屋が無い場合

ケースＢ：ベーラー建屋が有る場合（健全）

ケースＣ：ベーラー建屋が有る場合（基礎の損傷を仮定）

C’−C’断面及びC’−C’断面にベーラー建屋を投影した断面を参考図 3−12 に示す。

参考図 3−11　屋外二重管とベーラー建屋の位置図

参考図 3—12（1）　屋外二重管基礎の断面図（C'－C'断面）

参考図 3―12 (2)　屋外二重管基礎の断面図（C’－C’断面にベーラー建屋を投影）

ベーラー建屋の影響を確認するために，C’－C’断面の地震応答解析モデルにベーラー建屋を追加した２次元有効応力解析モデルを作成した。ベーラー建屋は地上部を１質点系モデルとし，地下部を線形はり要素を用いた２次元フレームモデルとした。なお，ベーラー建屋の損傷を仮定した場合の影響についても評価するため，線形はり要素でモデル化した地下部（地中壁，地中梁及び基礎杭）について，ベーラー建屋基礎の地震時の慣性力による地盤への影響を考慮するため，質量は残置した上で剛性を 1/100 倍へ低減することを仮定した場合についても検討する。

地震応答解析モデルを参考図 3－13 に示す。

参考図3－13（1）　屋外二重管基礎の地震応答解析モデル（C’－C’断面）

参考図３－13（2）　屋外二重管基礎の地震応答解析モデル（Ｃ’－Ｃ’断面にベーラー建屋を投影したモデル）

ベーラー建屋が無いものと仮定したＣ’－Ｃ’断面において地盤改良体の照査値が最も厳しくなった地震動$Ｓ_{ｓ}$－３１（Ｈ＋，Ｖ＋）による検討ケース④について，ベーラー建屋が無い場合と有る場合の地震応答解析結果及び耐震評価結果を比較した。

最大せん断ひずみ分布図を参考図 3－14 に，過剰間隙水圧比の分布図を参考図 3－15 に，最大水平加速度分布図を参考図 3－16 に示す。また，地盤改良体①の圧縮応力に対する局所安全係数を参考表 3－1 及び参考図 3－17 に，地盤改良体①のせん断応力に対する局所安全係数を参考表 3－2 及び参考図 3－18 に，地盤改良体①の引張破壊に達した要素を併記したせん断応力に対する局所安全係数分布図を参考図 3－19 に，地盤改良地②の引張破壊に達した要素を併記したせん断応力に対する局所安全係数分布図を参考図 3－20 に示す。なお，地盤改良体①は時刻歴最大となる時刻，地盤改良体②はすべり安全率が最小となる時刻を示す。地盤改良体①で引張強度に達した場合について，仮想すべり面のすべりに対する評価結果を参考表 3－3 に示す。また，地盤改良体②のすべりに対する評価結果を参考表 3－4 に，接地圧に対する支持性能の評価結果を参考表 3－5～参考表 3－7 に示す。

これらの結果より，ベーラー建屋が有る場合，及びベーラー建屋基礎の損傷を仮定した場合においても，地盤改良体①及び地盤改良体②，並びに基礎地盤に対して問題となる影響が無いことを確認した。

参考図 3－14 (1)　最大せん断ひずみ分布（ケースＡ：ベーラー建屋が無い場合,
検討ケース④：敷地に存在しない豊浦標準砂の液状化強度特性により
地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース）

参考図 3－14 (2)　最大せん断ひずみ分布
（ケースＢ：ベーラー建屋が有る場合（健全),
検討ケース④：敷地に存在しない豊浦標準砂の液状化強度特性により
地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース）

参考図 3－14（3） 最大せん断ひずみ分布

（ケースＣ：ベーラー建屋が有る場合（基礎の損傷を仮定），

検討ケース④：敷地に存在しない豊浦標準砂の液状化強度特性により

地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース）

参考図 3－15 (1)　過剰間隙水圧比分布（ケースＡ：ベーラー建屋が無い場合，
検討ケース④：敷地に存在しない豊浦標準砂の液状化強度特性により
地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース）

参考図 3－15 (2)　過剰間隙水圧比分布（ケースＢ：ベーラー建屋が有る場合（健全），
検討ケース④：敷地に存在しない豊浦標準砂の液状化強度特性により
地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース）

参考図 3－15（3）　過剰間隙水圧比分布
（ケースＣ：ベーラー建屋が有る場合（基礎の損傷を仮定），
検討ケース④：敷地に存在しない豊浦標準砂の液状化強度特性により
地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース）

参考図３－16（1）　最大水平加速度分布（ケースＡ：ベーラー建屋が無い場合，
検討ケース④：敷地に存在しない豊浦標準砂の液状化強度特性により
地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース）

参考図３－16（2）　最大水平加速度分布（ケースＢ：ベーラー建屋が有る場合（健全），
検討ケース④：敷地に存在しない豊浦標準砂の液状化強度特性により
地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース）

参考図 3－16 (3)　最大水平加速度分布

（ケースＣ：ベーラー建屋が有る場合（基礎の損傷を仮定），

検討ケース④：敷地に存在しない豊浦標準砂の液状化強度特性により

地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース）

参考表３－１　地盤改良体①の圧縮応力に対する局所安全係数

解析ケース	圧縮応力 (kN/㎡)	圧縮強度 (kN/㎡)	圧縮応力に対する 局所安全係数
ケースＡ：ベーラー建屋無し	295	1500	5.08
ケースＢ：ベーラー建屋有り （健全）	460	1500	3.26
ケースＣ：ベーラー建屋有り （基礎損傷を仮定）	735	1500	2.04

参考表３－２　地盤改良体①のせん断応力に対する局所安全係数

解析ケース	せん断応力 (kN/㎡)	せん断強度 (kN/㎡)	せん断応力に対する 局所安全係数
ケースＡ：ベーラー建屋無し	212	750	3.53
ケースＢ：ベーラー建屋有り （健全）	292	750	2.56
ケースＣ：ベーラー建屋有り （基礎損傷を仮定）	475	750	1.57

参考図 3－17（1） 圧縮応力に対する局所安全係数
（ケースＡ：ベーラー建屋が無い場合，
検討ケース④：敷地に存在しない豊浦標準砂の液状化強度特性により
地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース）

参考図 3－17（2） 圧縮応力に対する局所安全係数
（ケースＢ：ベーラー建屋が有る場合（健全），
検討ケース④：敷地に存在しない豊浦標準砂の液状化強度特性により
地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース）

参考図3－17（3）　圧縮応力に対する局所安全係数
（ケースC：ベーラー建屋が有る場合（基礎の損傷を仮定），
検討ケース④：敷地に存在しない豊浦標準砂の液状化強度特性により
地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース）

参考図 3－18（1）　せん断応力に対する局所安全係数
（ケースＡ：ベーラー建屋が無い場合，
検討ケース④：敷地に存在しない豊浦標準砂の液状化強度特性により
地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース）

参考図 3－18（2）　せん断応力に対する局所安全係数
（ケースＢ：ベーラー建屋が有る場合（健全），
検討ケース④：敷地に存在しない豊浦標準砂の液状化強度特性により
地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース）

参考図 3－18 (3)　せん断応力に対する局所安全係数
（ケースＣ：ベーラー建屋が有る場合（基礎の損傷を仮定），
検討ケース④：敷地に存在しない豊浦標準砂の液状化強度特性により
地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース）

参考図 3－19（1）　引張破壊に達した要素を併記したせん断応力に対する
局所安全係数分布図（地盤改良体①）
（ケースＢ：ベーラー建屋が有る場合（健全），検討ケース④：敷地に存在しない豊浦標準砂の液状化強度特性により地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース）

参考図 3－19（2）　引張破壊に達した要素を併記したせん断応力に対する局所安全係数分布図（地盤改良体①）（ケースＣ：ベーラー建屋が有る場合（基礎の損傷を仮定），検討ケース④：敷地に存在しない豊浦標準砂の液状化強度特性により地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース）

参考図 3－20（1）　引張破壊に達した要素を併記したせん断応力に対する
局所安全係数分布図（地盤改良体②）
（ケースＢ：ベーラー建屋が有る場合（健全），検討ケース④：敷地に存在しない豊浦標準砂の液状化強度特性により地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース）

参考図 3－20（2）　引張破壊に達した要素を併記したせん断応力に対する局所安全係数分布図（地盤改良体②）（ケースＣ：ベーラー建屋が有る場合（基礎の損傷を仮定），検討ケース④：敷地に存在しない豊浦標準砂の液状化強度特性により地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース）

参考表3－3　地盤改良体①のすべりに対する照査結果

解析ケース	すべり安全率
ケースＣ：ベーラー建屋有り（基礎損傷を仮定）	9.38

参考表3－4　地盤改良体②のすべりに対する照査結果

解析ケース	すべり安全率
ケースＡ：ベーラー建屋無し	1.83
ケースＢ：ベーラー建屋有り（健全）	2.11
ケースＣ：ベーラー建屋有り（基礎損傷を仮定）	2.19

参考表３－５　屋外二重管下の地盤改良体①の支持性能評価結果

解析ケース	二重管 本体径	最大接地圧 (kN/m²)	極限支持力度 (kN/m²)
ケースＡ：ベーラー建屋無し	φ1800	120	1775
	φ2000	194	1775
ケースＢ：ベーラー建屋有り （健全）	φ1800	204	1775
	φ2000	235	1775
ケースＣ：ベーラー建屋有り （基礎損傷を仮定）	φ1800	301	1775
	φ2000	343	1775

参考表３－６　地盤改良体①下の地盤改良体②の支持性能評価結果

解析ケース	最大接地圧 (kN/m²)	極限支持力度 (kN/m²)
ケースＡ：ベーラー建屋無し	353	3825
ケースＢ：ベーラー建屋有り（健全）	369	3825
ケースＣ：ベーラー建屋有り（基礎損傷を仮定）	802	3825

参考表３－７　基礎地盤の支持性能評価結果

解析ケース	最大接地圧 (kN/m²)	極限支持力度 (kN/m²)
ケースＡ：ベーラー建屋無し	1563	4515
ケースＢ：ベーラー建屋有り（健全）	1610	4515
ケースＣ：ベーラー建屋有り（基礎損傷を仮定）	1604	4515

4.　地盤改良体のすべり評価における局所安全係数について

屋外二重管を支持する地盤改良体①及び地盤改良体②は，地震応答解析によって発生する最小主応力が引張強度未満となると引張破壊して強度が低下する。その場合は，引張破壊に伴う強度低下を考慮してすべり安全率を算定し，改良地盤としての安定性を確認している。

地盤改良体①における時刻歴最大のせん断応力に対する局所安全係数分布図を参考図3－21～参考図3－23に示す。また，地盤改良体②におけるすべり安全率が最小となる時刻のせん断応力に対する局所安全係数を参考図 3－24 に示す。各図には引張破壊に達した要素も併記した。

図より，Ｂ－Ｂ断面及びＣ－Ｃ断面では引張破壊している要素はない。Ｃ‘－Ｃ’断面では，地盤改良体①及び地盤改良体②で張破壊している要素があるものの局所的である。これらについては引張破壊に伴う強度低下を考慮したすべり安全率による評価で，改良地盤としての安定性を確認している。

参考図 3－21（1）　Ｂ－Ｂ断面の局所安全係数分布図（地盤改良体①）
（地震波：Ｓ$_s$－Ｄ１〔Ｈ＋，Ｖ＋〕，
検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース））

参考図 3－21（2）　Ｂ－Ｂ断面の局所安全係数分布図（地盤改良体①）
（地震波：Ｓ$_s$－Ｄ１〔Ｈ＋，Ｖ－〕，
検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース））

参考図 3－21（3）　Ｂ－Ｂ断面の局所安全係数分布図（地盤改良体①）
（地震波：Ｓ$_s$－Ｄ１〔Ｈ－，Ｖ＋〕，
検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース））

参考図３－21（4）　Ｂ－Ｂ断面の局所安全係数分布図（地盤改良体①）
（地震波：S_s－Ｄ１〔Ｈ－，Ｖ－〕，
検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース））

参考図３－21（5）　Ｂ－Ｂ断面の局所安全係数分布図（地盤改良体①）
（地震波：S_s－１１，
検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース））

参考図３－21（6）　Ｂ－Ｂ断面の局所安全係数分布図（地盤改良体①）
（地震波：S_s－１２，
検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース））

参考図３－21（7）　Ｂ－Ｂ断面の局所安全係数分布図（地盤改良体①）
（地震波：S_s－１３，
検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース））

参考図３－21（8）　Ｂ－Ｂ断面の局所安全係数分布図（地盤改良体①）
（地震波：S_s－１４，
検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース））

参考図３－21（9）　Ｂ－Ｂ断面の局所安全係数分布図（地盤改良体①）
（地震波：S_s－２１，
検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース））

参考図３－21（10）　Ｂ－Ｂ断面の局所安全係数分布図（地盤改良体①）
（地震波：S_s－２２，
検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース））

参考図３－21（11）　Ｂ－Ｂ断面の局所安全係数分布図（地盤改良体①）
（地震波：S_s－３１〔Ｈ＋，Ｖ＋〕，
検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース））

参考図３－21（12）　Ｂ－Ｂ断面の局所安全係数分布図（地盤改良体①）
（地震波：S_s－３１〔Ｈ－，Ｖ＋〕，
検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース））

参考図3－21（13）　Ｂ－Ｂ断面の局所安全係数分布図（地盤改良体①）
（地震波：S_s－１２，
検討ケース②：地盤物性のばらつきを考慮（＋1σ）した解析ケース）

参考図3－21（14）　Ｂ－Ｂ断面の局所安全係数分布図（地盤改良体①）
（地震波：S_s－１２，
検討ケース③：地盤物性のばらつきを考慮（－1σ）した解析ケース）

参考図3－21（15）　Ｂ－Ｂ断面の局所安全係数分布図（地盤改良体①）
（地震波：S_s－Ｄ１〔Ｈ＋，Ｖ－〕，検討ケース④：敷地に存在しない豊浦標準砂の液状化強度特性により地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース）

参考図3－21（16）　B－B断面の局所安全係数分布図（地盤改良体①）
（地震波：S_s－１２，検討ケース④：敷地に存在しない豊浦標準砂の
液状化強度特性により地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース）

参考図3－21（17）　B－B断面の局所安全係数分布図（地盤改良体①）
（地震波：S_s－１２，
検討ケース⑤：原地盤において非液状化の条件を仮定した解析ケース）

参考図3－21（18）　B－B断面の局所安全係数分布図（地盤改良体①）
（地震波：S_s－１２，
検討ケース⑥：地盤物性のばらつきを考慮（＋1σ）して非液状化の条件を仮定した解析
ケース）

参考図 3－22 (1)　 C－C断面（杭基礎構造部）の局所安全係数分布図（地盤改良体①)
（地震波：Ｓ$_s$－Ｄ１〔Ｈ＋，Ｖ＋〕，
検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース))

参考図 3－22 (2)　 C－C断面（杭基礎構造部）の局所安全係数分布図（地盤改良体①)
（地震波：Ｓ$_s$－Ｄ１〔Ｈ＋，Ｖ－〕，
検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース))

参考図 3－22 (3)　 C－C断面（杭基礎構造部）の局所安全係数分布図（地盤改良体①)
（地震波：Ｓ$_s$－Ｄ１〔Ｈ－，Ｖ＋〕，
検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース))

参考図3－22（4）　Ｃ－Ｃ断面（杭基礎構造部）の局所安全係数分布図（地盤改良体①）
（地震波：S_s－Ｄ１〔Ｈ－，Ｖ－〕，
検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース））

参考図3－22（5）　Ｃ－Ｃ断面（杭基礎構造部）の局所安全係数分布図（地盤改良体①）
（地震波：S_s－１１，
検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース））

参考図3－22（6）　Ｃ－Ｃ断面（杭基礎構造部）の局所安全係数分布図（地盤改良体①）
（地震波：S_s－１２，
検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース））

参考図 3－22（7）　C－C断面（杭基礎構造部）の局所安全係数分布図（地盤改良体①）
（地震波：S_s－１３，
検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース））

参考図 3－22（8）　C－C断面（杭基礎構造部）の局所安全係数分布図（地盤改良体①）
（地震波：S_s－１４，
検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース））

参考図 3－22（9）　C－C断面（杭基礎構造部）の局所安全係数分布図（地盤改良体①）
（地震波：S_s－２１，
検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース））

参考図 3－22（10）　Ｃ－Ｃ断面（杭基礎構造部）の局所安全係数分布図
（地盤改良体①）（地震波：Ｓ$_{s}$－２２，
検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース））

参考図 3－22（11）　Ｃ－Ｃ断面（杭基礎構造部）の局所安全係数分布図
（地盤改良体①）（地震波：Ｓ$_{s}$－３１〔Ｈ＋，Ｖ＋〕，
検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース））

参考図 3－22（12）　Ｃ－Ｃ断面（杭基礎構造部）の局所安全係数分布図
（地盤改良体①）（地震波：Ｓ$_{s}$－３１〔Ｈ－，Ｖ＋〕，
検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース））

参考図3－22（13）　C－C断面（杭基礎構造部）の局所安全係数分布図
（地盤改良体①）（地震波：Ｓｓ－Ｄ１〔Ｈ－，Ｖ－〕，
検討ケース②：地盤物性のばらつきを考慮（＋1σ）した解析ケース）

参考図3－22（14）　C－C断面（杭基礎構造部）の局所安全係数分布図
（地盤改良体①）（地震波：Ｓｓ－Ｄ１〔Ｈ－，Ｖ－〕，
検討ケース③：地盤物性のばらつきを考慮（－1σ）した解析ケース）

参考図3－22（15）　C－C断面（杭基礎構造部）の局所安全係数分布図
（地盤改良体①）（地震波：Ｓｓ－Ｄ１〔Ｈ－，Ｖ＋〕，
検討ケース④：敷地に存在しない豊浦標準砂の液状化強度特性により地盤を
強制的に液状化させることを仮定した解析ケース）

参考図3－22（16）　C－C断面（杭基礎構造部）の局所安全係数分布図
（地盤改良体①）（地震波：S_s－D１〔H－，V－〕，
検討ケース④：敷地に存在しない豊浦標準砂の液状化強度特性により地盤を
強制的に液状化させることを仮定した解析ケース）

参考図3－22（17）　C－C断面（杭基礎構造部）の局所安全係数分布図
（地盤改良体①）（地震波：S_s－D１〔H－，V－〕，
検討ケース⑤：原地盤において非液状化の条件を仮定した解析ケース）

参考図3－22（18）　C－C断面（杭基礎構造部）の局所安全係数分布図
（地盤改良体①）（地震波：S_s－D１〔H－，V－〕，検討ケース⑥：地盤物性のばらつき
を考慮（＋1σ）して非液状化の条件を仮定した解析ケース）

参考図 3－23（1）　C’－C’断面（地盤改良体基礎構造部）の局所安全係数分布図
（地盤改良体①）（地震波：Ｓｓ－Ｄ１〔Ｈ＋，Ｖ＋〕，
検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース））

参考図 3－23（2）　C’－C’断面（地盤改良体基礎構造部）の局所安全係数分布図
（地盤改良体①）（地震波：Ｓｓ－Ｄ１〔Ｈ＋，Ｖ－〕，
検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース））

参考図 3－23（3）　C’－C’断面（地盤改良体基礎構造部）の局所安全係数分布図
（地盤改良体①）（地震波：Ｓｓ－Ｄ１〔Ｈ－，Ｖ＋〕，
検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース））

参考図 3－23 (4)　C’－C’断面（地盤改良体基礎構造部）の局所安全係数分布図
（地盤改良体①）（地震波：S_s－D１〔H－，V－〕，
検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース））

参考図 3－23 (5)　C’－C’断面（地盤改良体基礎構造部）の局所安全係数分布図
（地盤改良体①）（地震波：S_s－１１，
検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース））

参考図 3－23 (6)　C’－C’断面（地盤改良体基礎構造部）の局所安全係数分布図
（地盤改良体①）（地震波：S_s－１２，
検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース））

参考図３－23（7）　Ｃ’－Ｃ’断面（地盤改良体基礎構造部）の局所安全係数分布図
（地盤改良体①）（地震波：Ｓ$_{s}$－１３，
検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース））

参考図３－23（8）　Ｃ’－Ｃ’断面（地盤改良体基礎構造部）の局所安全係数分布図
（地盤改良体①）（地震波：Ｓ$_{s}$－１４，
検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース））

参考図３－23（9）　Ｃ’－Ｃ’断面（地盤改良体基礎構造部）の局所安全係数分布図
（地盤改良体①）（地震波：Ｓ$_{s}$－２１，
検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース））

参考図３－23（10）　Ｃ’－Ｃ’断面（地盤改良体基礎構造部）の局所安全係数分布図
（地盤改良体①）（地震波：Ｓｓ－２２，
検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース））

参考図３－23（11）　Ｃ’－Ｃ’断面（地盤改良体基礎構造部）の局所安全係数分布図
（地盤改良体①）（地震波：Ｓｓ－３１〔Ｈ＋，Ｖ＋〕，
検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース））

参考図３－23（12）　Ｃ’－Ｃ’断面（地盤改良体基礎構造部）の局所安全係数分布図
（地盤改良体①）（地震波：Ｓｓ－３１〔Ｈ－，Ｖ＋〕，
検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース））

参考図 3－23（13）　C’－C’断面（地盤改良体基礎構造部）の局所安全係数分布図
（地盤改良体①）（地震波：Ｓ$_{s}$－３１〔H＋, V＋〕,
検討ケース②：地盤物性のばらつきを考慮（＋1σ）した解析ケース）

参考図 3－23（14）　C’－C’断面（地盤改良体基礎構造部）の局所安全係数分布図
（地盤改良体①）（地震波：Ｓ$_{s}$－３１〔H＋, V＋〕,
検討ケース③：地盤物性のばらつきを考慮（－1σ）した解析ケース）

参考図 3－23（15）　C’－C’断面（地盤改良体基礎構造部）の局所安全係数分布図
（地盤改良体①）（地震波：Ｓ$_{s}$－３１〔H＋, V＋〕,
検討ケース④：敷地に存在しない豊浦標準砂の
液状化強度特性により地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース）

参考図 3－23（16）　C’－C’断面（地盤改良体基礎構造部）の局所安全係数分布図
（地盤改良体①）（地震波：Ｓ$_s$－３１〔H＋, V＋〕,
検討ケース⑤：原地盤において非液状化の条件を仮定した解析ケース）

参考図 3－23（17）　C’－C’断面（地盤改良体基礎構造部）の局所安全係数分布図
（地盤改良体①）（地震波：Ｓ$_s$－３１〔H＋, V＋〕,
検討ケース⑥：地盤物性のばらつきを考慮（＋1σ）して非液状化の条件を仮定した解析ケース）

参考図３－24（1）　Ｃ’－Ｃ’断面（地盤改良体基礎構造部）の局所安全係数分布図
（地盤改良体②）（地震波：S_s－Ｄ１〔Ｈ＋，Ｖ＋〕，
検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース））

参考図３－24（2）　Ｃ’－Ｃ’断面（地盤改良体基礎構造部）の局所安全係数分布図
（地盤改良体②）（地震波：S_s－Ｄ１〔Ｈ＋，Ｖ－〕，
検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース））

参考図３－24（3）　Ｃ’－Ｃ’断面（地盤改良体基礎構造部）の局所安全係数分布図
（地盤改良体②）（地震波：S_s－Ｄ１〔Ｈ－，Ｖ＋〕，
検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース））

参考図３－24（4）　Ｃ’－Ｃ’断面（地盤改良体基礎構造部）の局所安全係数分布図
（地盤改良体②）（地震波：Ｓｓ－Ｄ１〔Ｈ－，Ｖ－〕，
検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース））

参考図３－24（5）　Ｃ’－Ｃ’断面（地盤改良体基礎構造部）の局所安全係数分布図
（地盤改良体②）（地震波：Ｓｓ－１１，
検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース））

参考図３－24（6）　Ｃ’－Ｃ’断面（地盤改良体基礎構造部）の局所安全係数分布図
（地盤改良体②）（地震波：Ｓｓ－１２，
検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース））

参考図3－24（7）　Ｃ’－Ｃ’断面（地盤改良体基礎構造部）の局所安全係数分布図
（地盤改良体②）（地震波：S_s－１３，
検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース））

参考図3－24（8）　Ｃ’－Ｃ’断面（地盤改良体基礎構造部）の局所安全係数分布図
（地盤改良体②）（地震波：S_s－１４，
検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース））

参考図3－24（9）　Ｃ’－Ｃ’断面（地盤改良体基礎構造部）の局所安全係数分布図
（地盤改良体②）（地震波：S_s－２１，
検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース））

参考図 3－24（10）　C’－C’断面（地盤改良体基礎構造部）の局所安全係数分布図
（地盤改良体②）（地震波：Ｓｓ－２２，
検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース））

参考図 3－24（11）　C’－C’断面（地盤改良体基礎構造部）の局所安全係数分布図
（地盤改良体②）（地震波：Ｓｓ－３１〔H＋，V＋〕，
検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース））

参考図 3－24（12）　C’－C’断面（地盤改良体基礎構造部）の局所安全係数分布図
（地盤改良体②）（地震波：Ｓｓ－３１〔H－，V＋〕，
検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース））

参考図 3－24（13）　Ｃ’－Ｃ’断面（地盤改良体基礎構造部）の局所安全係数分布図
（地盤改良体②）（地震波：Ｓｓ－３１〔Ｈ＋，Ｖ＋〕，
検討ケース②：地盤物性のばらつきを考慮（＋1σ）した解析ケース）

参考図 3－24（14）　Ｃ’－Ｃ’断面（地盤改良体基礎構造部）の局所安全係数分布図
（地盤改良体②）（地震波：Ｓｓ－３１〔Ｈ＋，Ｖ＋〕，
検討ケース③：地盤物性のばらつきを考慮（－1σ）した解析ケース）

参考図 3－24（15）　Ｃ’－Ｃ’断面（地盤改良体基礎構造部）の局所安全係数分布図
（地盤改良体②）（地震波：Ｓｓ－３１〔Ｈ＋，Ｖ＋〕，
検討ケース④：敷地に存在しない豊浦標準砂の
液状化強度特性により地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース）

参考図 3－24（16）　C’－C’断面（地盤改良体基礎構造部）の局所安全係数分布図
（地盤改良体②）（地震波：Ｓ$_{s}$－３１〔H＋, V＋〕,
検討ケース⑤：原地盤において非液状化の条件を仮定した解析ケース）

参考図 3－24（17）　C’－C’断面（地盤改良体基礎構造部）の局所安全係数分布図
（地盤改良体②）（地震波：Ｓ$_{s}$－３１〔H＋, V＋〕,
検討ケース⑥：地盤物性のばらつきを考慮（＋1σ）して非液状化の条件を仮定した解析
ケース）

3. 屋外二重管本体の耐震安全性評価

屋外二重管本体の耐震安全性評価

頁

目次

3. 屋外二重管本体の耐震安全性評価....2
3.6 評価方針....1
3.7 評価条件....2
3.7.1 適用規準....2
3.7.2 耐震安全性評価フロー....8
3.7.3 評価対象断面の方向....9
3.7.4 評価対象断面....11
3.7.5 使用材料及び材料定数....14
3.7.6 評価構造物諸元....14
3.7.7 荷重伝達....14
3.7.8 地震応答解析手法....15
3.7.9 解析モデルの設定....16
3.7.10 減衰特性....16
3.7.11 荷重の組合せ....17
3.7.12 地震応答解析の検討ケース....18
3.8 評価内容....19
3.8.1 許容限界の設定....19
3.8.2 評価方法....19
3.9 評価結果....28
3.9.1 地盤ひずみ....28
3.9.2 入力地盤変位....32
3.9.3 地盤反力係数及び地盤反力係数の上限値....34
3.9.4 管軸方向の応力解析結果....35
3.9.5 管周方向の応力評価....38
3.9.6 管軸方向の応力評価....47
3.10 まとめ....48
1. 可とう管の耐震性について....1

1.1 概要 …… 1
1.2 評価方針 …… 1
1.3 評価条件 …… 1
1.3.1 評価対象 …… 1
1.3.2 可とう管部の伸縮量及び偏心量 …… 3
1.3.3 可とう管の許容値 …… 3
1.4 評価結果 …… 4
1.4.1 伸縮量 …… 4
1.4.2 偏心量 …… 5
1.4.3 原子炉建屋側端部 …… 6
1.4.4 まとめ …… 7
2. 杭基礎構造部に適用する地盤条件の妥当性について …… 1
2.1 概要 …… 1
2.2 評価方針 …… 1
2.3 評価条件 …… 1
2.4 評価結果 …… 1
2.5 まとめ …… 6
3. 管軸方向及び管周方向の応力を保守的に組み合わせた場合の評価について …… 1
3.1 概要及び評価結果 …… 1
4. 屋外二重管本体の可とう管のモデル化について …… 1
4.1 概要 …… 1
4.2 可とう管を含む配管系のモデル化手法 …… 1
4.3 東海第二発電所屋外二重管本体の可とう管（クローザージョイント）のモデル化 …… 1

屋外二重管本体の耐震安全性評価

3.6　評価方針

残留熱除去海水系（以下，「RHRS」という。）配管及びディーゼル発電機海水系（以下，「DGSW」という。）配管を海水ポンプ室から原子炉建屋まで配置するための支持構造物である，屋外海水配管二重管（以下，「屋外二重管本体」という。）について，基準地震動Ｓｓによる耐震安全性評価を実施する。

屋外二重管本体の耐震安全性評価では，基準地震動Ｓｓを用いた地震応答解析を行い，地震応答解析により得られる地盤変位や応答加速度を用いた応力解析を実施し，屋外二重管本体に生じる応力が許容限界を下回ることを確認することで，地震時RHRS配管及びDGSW配管に対する支持機能を維持できることを確認する。

3.7　評価条件

3.7.1　適用規準

表 3.7-1 に一般的な埋設鋼製管路の耐震設計に関する規格，基準類における耐震評価の概要を示す。

管径が比較的小さい一般的な埋設鋼製管路は，断面の外周長と比較して，管軸方向長が長いことから，周辺の地盤の変位に伴う管軸方向の発生応力または発生ひずみを中心に耐震評価を行う設計となっている。

また，管周方向（管軸方向に対して直交方向）についても考慮する基準においては，地震時における管路上の土被り等による鉛直荷重による管周方向の発生応力を管軸方向の発生応力と組合せた合成応力で評価する設計となっている。

当該サイトにおける屋外二重管本体は，管径が 2.0 m と一般的な埋設管路と同等であり，液状化対策として屋外二重管本体周辺の地盤改良も実施されるが，可とう管の設置スパンが比較的長く，管軸方向に長大な構造であることを考慮し，管軸方向の発生応力について考慮する。

基本的な耐震評価の流れについては，管軸方向と管周方向の発生応力の組合せを考慮した設計体系の規格，基準類のうち，既往の工事計画認可申請において実績のある「港湾の施設の技術上の基準・同解説（日本港湾協会，2007)」を参考とする。

また，管周方向については，上記基準における鉛直方向の地震力及び土圧に加え，水平方向の地震力についても保守的に考慮することとする。

許容限界については，表 3.7-1 において，塑性領域の許容限界として管体ひずみを採用している規格，基準類もあることから，鋼製管路は，優れた変形特性を有する材料であり，弾性領域を超えて塑性域に達しても，地盤の変形への追従性を失うことなく，支持機能を確保できるものと判断される。

しかし，屋外二重管本体の耐震評価では，耐震Ｓクラス設備としての間接支持構造物の重要性を鑑み，鋼材の短期許容応力度を許容限界とすることとし，「鋼構造設計基準－許容応力度設計法－（(社) 日本建築学会，2005 年度 9 月制定)」を参考とする。

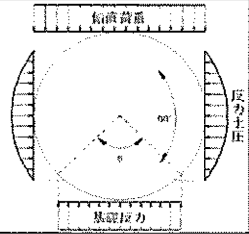
表 3.7-2 に適用する主な基準を示す。

表 3.7-1 (1)　埋設管路の耐震設計に関する規格，基準類の概要 (1)

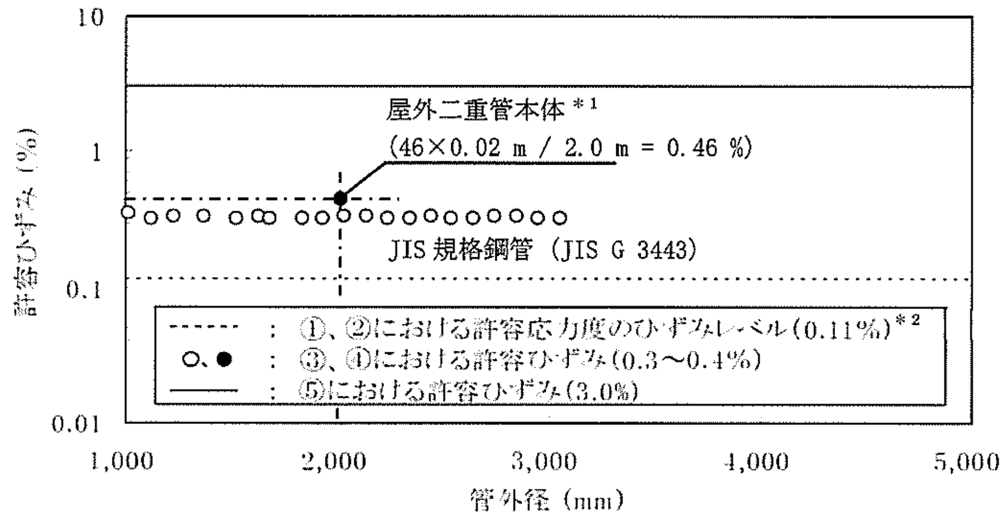
規格，基準*1	対象設備（一般的な管径*2）	要求性能*3	許容限界*4	備　考
①石油パイプライン事業の事業用施設の技術上の基準の細目を定める告示（昭和 48 年 9 月 28 日通商産業省・運輸省・建設省・自治省告示第一号）	送油導管（～650 mm）	導管等の構造は，輸送される石油の重量，導管等の内圧，導管等およびその附属設備の自重，土圧，水圧，列車荷重，自動車荷重，浮力等の主荷重ならびに風荷重，雪荷重，温度変化の影響，振動の影響，地震の影響，投錨による衝撃の影響，波浪および潮流の影響，設置時における荷重の影響，他工事による影響等の従荷重によって生ずる応力に対して安全なものでなければならない。*5	規格最小降伏点応力度の 90%*5	わが国で初めて埋設管路に対する応答変位法の考え方を設計法として総合的に体系化した「石油パイプライン技術基準案」と同様の設計手法。管路のひずみを算定するための波動の重畳方法等は，その後の地中構造物の耐震設計指針等で踏襲されている。
②港湾の施設の技術上の基準・同解説（日本港湾協会，平成 19 年）	送油導管（特に無し）	作用による損傷等が軽微な修復により施設の機能の回復に影響を及ぼさない。（修復性）	導管の降伏応力度を構造解析係数で除したもの	基本的に①の考え方を踏襲している。
③水道施設耐震工法指針・解説 1997 版（日本水道協会，1997）	水輸送用埋設鋼管路（特に無し）	人命に重大な影響を与えないこと。個々の施設に軽微な被害が生じても，その機能保持が可能であること。	管体歪み 46 t/D 以下（D は管外径，t は管厚）	基本的に①の考え方を踏襲している。
④水道用埋設鋼管路耐震設計基準 WSP029－2006（日本水道鋼管協会，平成 18 年）	水輸送用埋設鋼管路（～3,000 mm）	変形は生じても，通水機能を保持すること。	許容ひずみ値 46 t/D（D は管外径，t は管厚）	基本的に①の考え方を踏襲している。
⑤高圧ガス導管耐震設計指針 JGA 指－206－13（日本ガス協会，2013）	ゲージ圧力 1MPa 以上の圧力ガスを輸送する埋設鋼管路（～650 mm）	導管に変形は生じるが，漏洩は生じないこと。	許容ひずみは 3%とする。	当該指針における地盤変位は，管軸方向に伝播する進行波（レイリー波）を仮定しており，管軸方向の検討に限定している。したがって，①で考慮している波動伝播の重畳は考慮していない。

注記　*1：記載の規格，基準のうち，下線で示すものは，工事計画認可申請において実績があるもの。
*2：各規格，基準に於いて材料の規格として取り扱われている JIS 規格等の最大径を掲載したもので，適用範囲を限定するものではない。
*3：要求性能は，施設の耐震レベル及び地震軸レベルが高いもの（レベル 2 地震動等）について記載。
*4：許容限界については，鋼材の許容応力度（降伏応力度）とするものと許容ひずみとするものがあるが，図 3.7-1 に示すとおり鋼材の許容応力度のひずみレベル（降伏ひずみ）は，鋼材の許容ひずみよりも小さい。したがって，許容限界を鋼材の許容応力度とした場合の方が保守的な評価を与える。なお，⑤の規格・基準の許容ひずみは，3%と，そのほかの規格・基準の許容ひずみよりもかなり大きい（約 30 倍）。
*5：石油パイプライン事業の事業用施設の技術上の基準を定める省令（昭和 47 年 12 月 25 日通商産業省・運輸省・建設省・自治省令第二号）を参照。

表 3.7-1 (2)　埋設管路の耐震設計に関する規格，基準類の概要 (2)

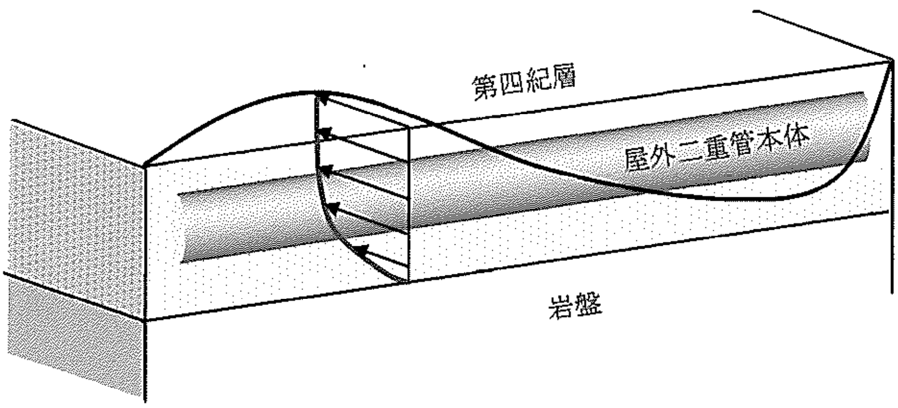
規格，基準*1	耐震評価の概要			
	①管軸方向*2*3	②管周方向*3		①と②の組合せ
	軸方向応力σ_lまたは 軸方向ひずみε_l	鉛直方向地震力	水平方向地震力	
①石油パイプライン事業の事業用施設の技術上の基準の細目を定める告示 （昭和 48 年 9 月 28 日通商産業省・運輸省・建設省・自治省告示第一号）	・地盤変位を考慮した応答変位法 ・管路に生じる軸応力σ_Lと曲げ応力σ_Bを合成する。 $\sigma_l = \sqrt{3.12 \cdot \sigma_L^2 + \sigma_B^2}$	・管路のたわみ性を考慮した土圧分布モデル（IOWA 公式）により求める。 	考慮しない	・①管軸方向と②管周方向応力を組み合わせる。 $\sigma = \sqrt{\sigma_l^2 + \sigma_c^2 + \sigma_l \times \sigma_c + 3 \times \tau_s^2}$ ここで， σ_c：管周方向応力 τ_s：管直方向のせん断応力
②港湾の施設の技術上の基準・同解説 （日本港湾協会，平成 19 年）	同上	同上	同上	同上
③水道施設耐震工法指針・解説 1997 版 （日本水道協会，1997）	・地盤変位を考慮した応答変位法 ・管路に生じる軸応力ε_Lと曲げひずみε_Bを合成する。 $\varepsilon_l = \sqrt{\alpha \cdot \varepsilon_L^2 + \varepsilon_B^2}$ ただし，$\alpha = 1.00 \sim 3.12$	考慮しない	考慮しない	考慮しない
④水道用埋設鋼管路耐震設計基準 WSP029-2006 （日本水道鋼管協会，平成 18 年）	・地盤変位を考慮した応答変位法 ・管路に生じる軸ひずみε_Lと曲げひずみε_Bを合成する。 $\varepsilon_l = \sqrt{\varepsilon_L^2 + \varepsilon_B^2}$	考慮しない	考慮しない	考慮しない

注記　*1：表 3.7-1 (1) で示した規格，基準類のうち，鋼管の許容ひずみが 3%とかなり大きい⑤については，除外した。
*2：各規格・基準類では，応答変位法に用いる地盤変位を定めるためのパラメーター（水平震度，応答速度等）が地震動レベル毎に定められていることから，地震応答解析や構造計算を伴わずに，応力（ひずみ）を算出可能。但し，屋外二重管本体の耐震評価では，①基準地震動Ｓｓを対象とすること②取屋外二重管本体が屈曲していることを考慮して，地震応答解析及び数値計算（構造計算）を基にσ_L及びσ_Bを算出。
*3：管軸方向及び管周方向の評価のイメージについては，図 3.7-2 及び図 3.7-3 を参考。



注記　＊1：③，④の規格・基準に基づき屋外二重管本体の構造寸法から算定した許容ひずみ量
＊2：①，②における許容応力度のひずみレベルは，許容応力度 / ヤング係数で求めた。

図 3.7-1　各規格，基準類における許容ひずみの比較（参考）

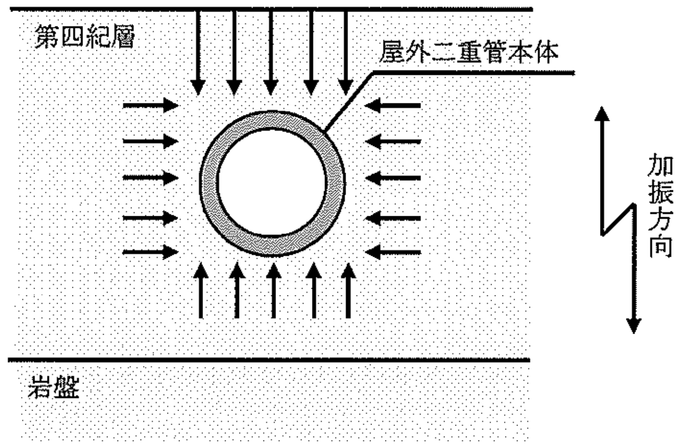


管軸方向については，水平方向に見かけ上伝播する地震波（進行方向に直交する方向に振動する進行波）による，周辺地盤の変位を考慮する。

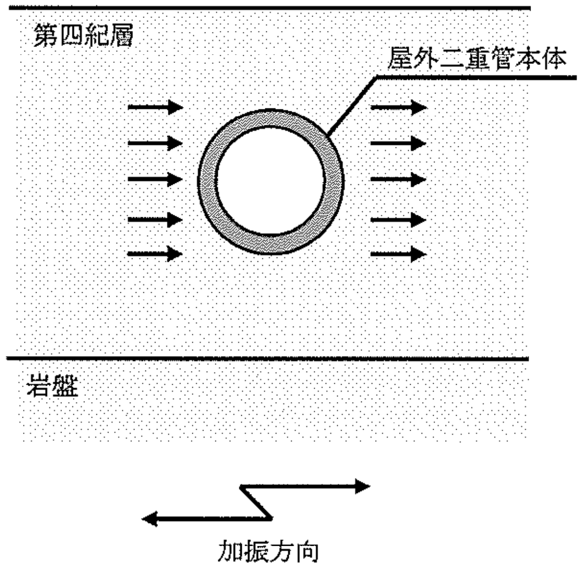
埋設された鋼製管路は，地震時に周辺地盤の変形に追従することが，多くの屋外，室内模型実験や実構造物からの地震観測結果から確かめられている。したがって，埋設された鋼製管路の耐震計算においては，上図のような地震時の周辺地盤の変位に基づいた耐震設計として，応答変位法が一般的に用いられる。

図 3.7-2　管軸方向の耐震評価イメージ

（鉛直方向地震力）



（水平方向地震力）



管周方向については埋設された鋼製管路上の土被り及び上載荷重により鋼製管路に作用する土圧を考慮する。

図 3.7-3　管周方向の耐震評価のイメージ

表 3.7-2　適用する主な基準

項　目	適用する主な基準	備　考
使用材料及び 材料定数	・鋼構造設計規準－許容応力度設計法－（(社) 日本建築学会, 2005 年 9 月制定)	－
荷重及び荷重の組合せ	・JEAG4601-1987 （(社) 日本電気協会)	－
許容限界	・鋼構造設計規準－許容応力度設計法－（(社) 日本建築学会, 2005 年 9 月制定)	・鋼材の短期許容応力度とする
評価手法	・港湾の施設の技術上の基準・同解説（日本港湾協会, 2007)	・管軸方向と管周方向の発生応力を組み合わせた耐震評価
地震応答解析	・JEAG4601-1987 （(社) 日本電気協会)	・有限要素法による２次元モデルを用いた時刻歴非線形解析

3.7.2　耐震安全性評価フロー

図 3.7-4 に屋外二重管本体の地震応答計算及び耐震性能評価の評価フローを示す。

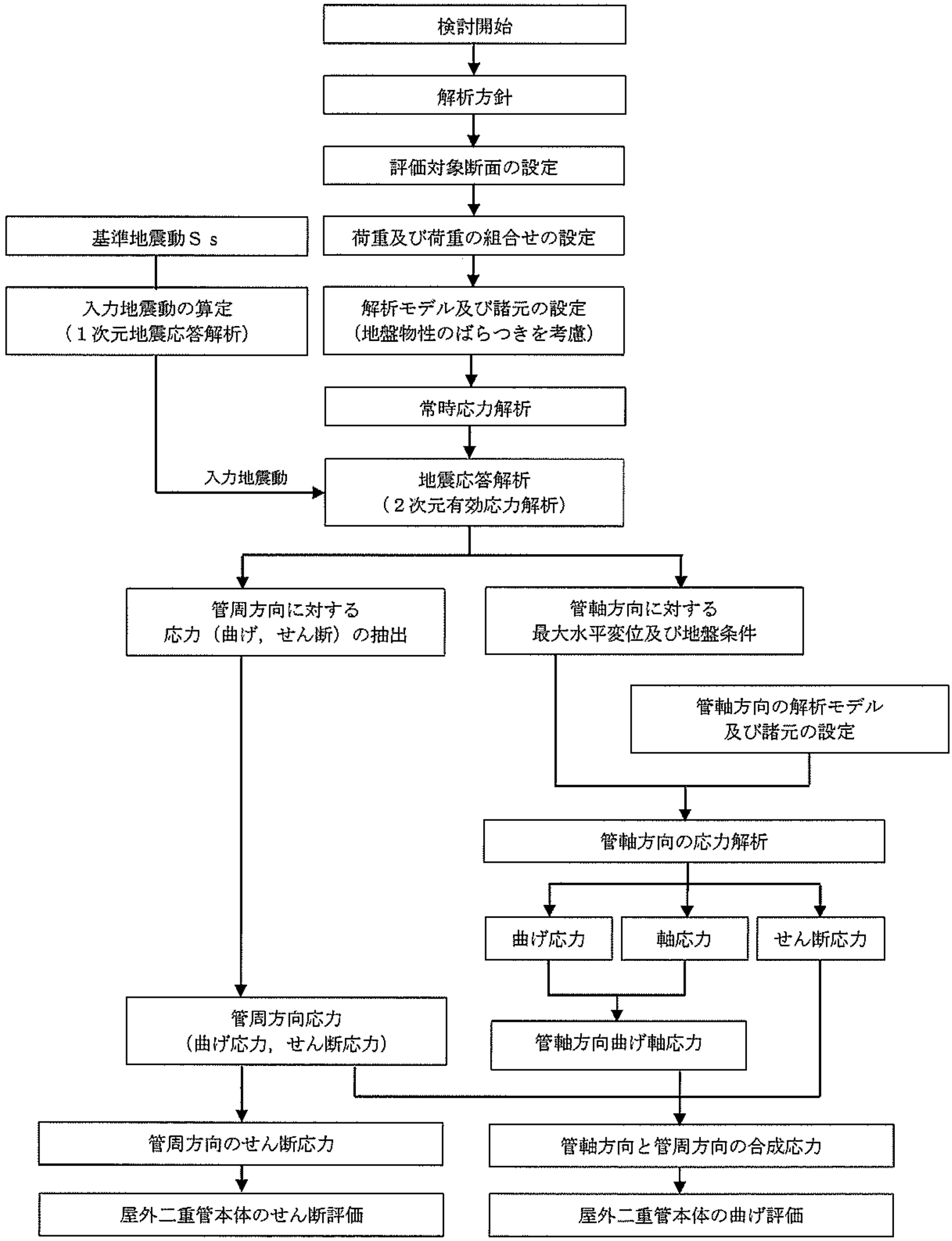


図 3.7-4　屋外二重管本体の地震応答計算及び耐震性能評価の評価フロー

3.7.3　評価対象断面の方向

屋外二重管本体の位置図を図 3.7-5 に示す。屋外二重管本体は内径 2.0 mφ，1.8 mφの 2 本の鋼製管であり，海水ポンプ室から原子炉建屋までを接続する延長約 215 m に渡り管中心距離約 3.5 m で平行に地中に直接埋設されている。それぞれの管の板厚は全体的には 20 mm あるが，東側道路下部及びベーラー室アクセス用道路下部の屋外二重管本体部分は上部の積載荷重を考慮し，板厚を 40 mm 及び 25 mm としている。屋外二重管本体は口径の異なる 2 本が配置されているが，ルートが同様であること，同一地盤変位の作用に対しては大口径管の方が応力的に厳しくなることより，評価は内径 2.0 mφに着目して実施する。

屋外二重管本体は，排気筒付近に位置する可とう管から海水ポンプ室までの杭基礎構造部の区間と原子炉建屋から排気筒付近に位置する可とう管までの地盤改良体基礎構造部の区間に大別される。杭基礎構造部の区間は，水平方向の鋼製桁と鉛直方向の鋼管杭を結合したラーメン構造を介して，地盤改良体基礎構造部の区間は屋外二重管本体直下に造成した地盤改良体を介して，岩盤に支持される構造となっている。

屋外二重管本体の可とう管の設置スパンが比較的長く，管軸方向に長大な構造であること及び埋設される地盤の構造的不連続性を考慮し，管軸方向の発生応力について考慮する。また，管軸方向の発生応力が耐震設計上有意であるが，保守性を考慮して管周方向の耐震評価を行うとともに，管軸方向の耐震評価においては管周方向に発生する応力と管軸方向に発生する応力を組み合わせた評価を行う。

屋外二重管本体が埋設される周辺地盤は鋼管杭の敷設及び地盤改良による液状化対策を実施するとともに，液状化の発生を想定して評価した結果の地盤変位を吸収するために，可とう管を設置する。なお，可とう管の耐震評価については，「参考 1　可とう管の耐震性について」に示す。

図 3.7-5　屋外二重管本体の位置図

3.7.4　評価対象断面

屋外二重管本体を支持する基礎構造部断面を図 3.7-6 に，基礎構造部縦断面図を図 3.7-7 に，評価対象断面図を図 3.7-8 に示す。

屋外二重管本体の耐震性評価に用いる評価対象断面は，「1.4.3　屋外二重管の断面選定の考え方」で記載したとおり，基礎構造部の構造的特徴や周辺の状況も考慮して，杭基礎構造部は図 3.7-8 に示すＢ－Ｂ断面及びＣ－Ｃ断面を，地盤改良体基礎構造部はＣ－Ｃ断面を代表として基準地震動Ｓｓに対する耐震評価を実施する。

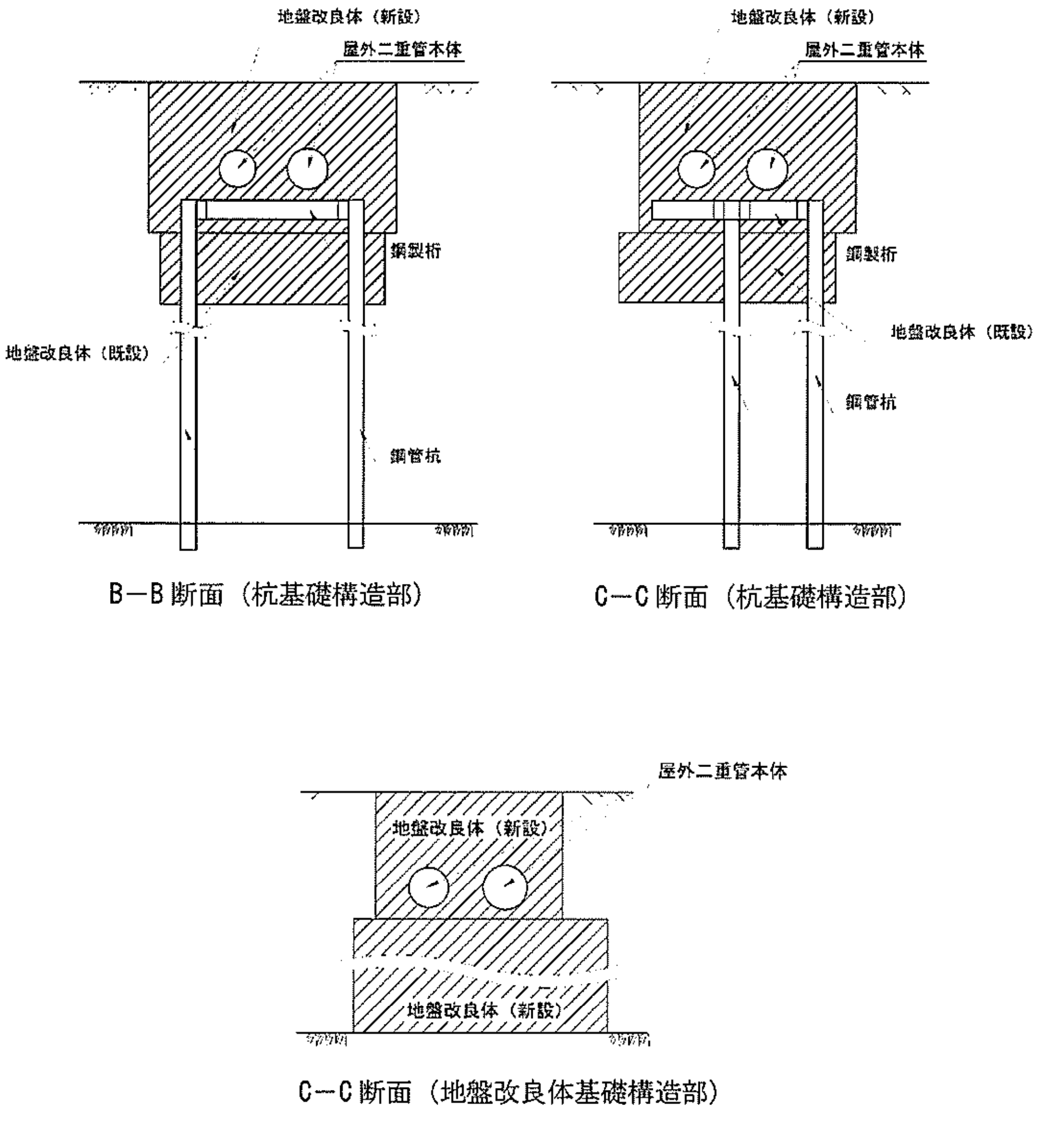


図 3.7-6　屋外二重管本体の基礎構造部断面図

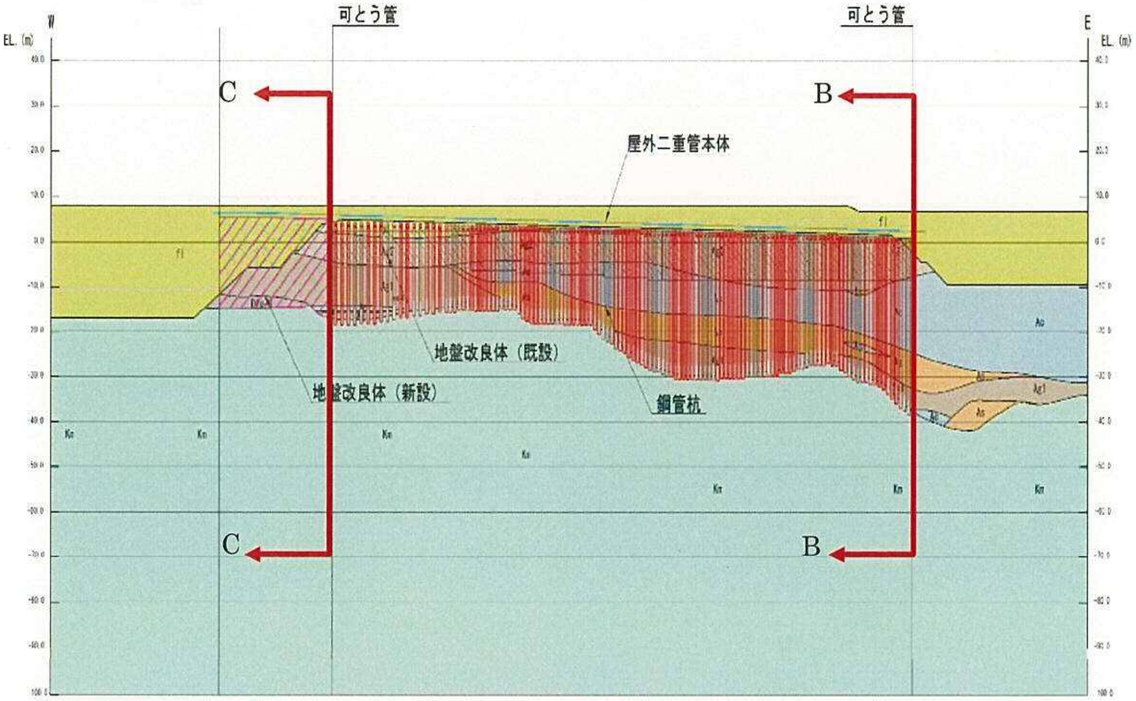


図 3.7-7　屋外二重管本体の基礎構造部縦断面図

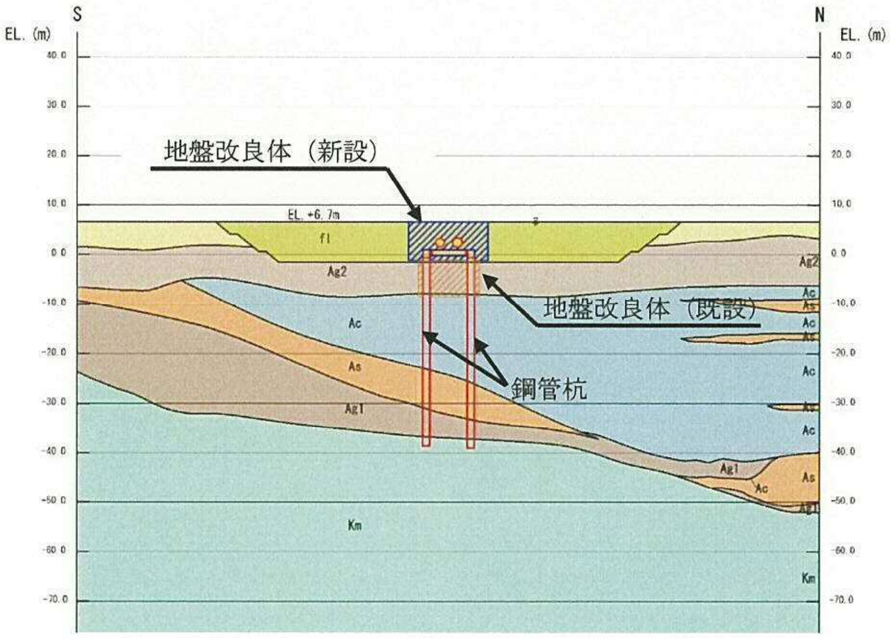


図 3.7-8 (1)　　屋外二重管本体の評価対象断面図

(B－B 断面・杭基礎構造部)

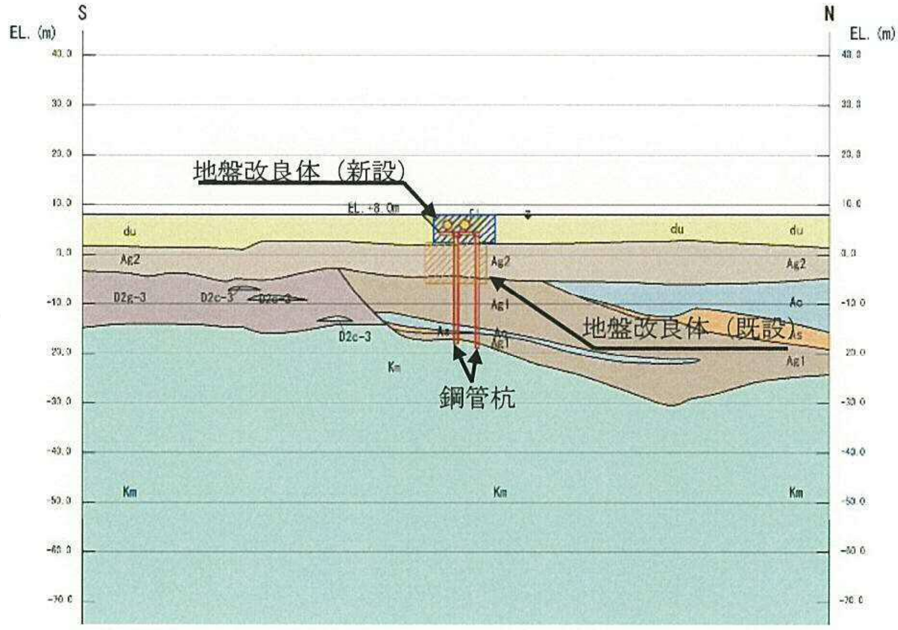


図 3.7-8 (2)　屋外二重管本体の評価対象断面図
(C－C 断面・杭基礎構造部)

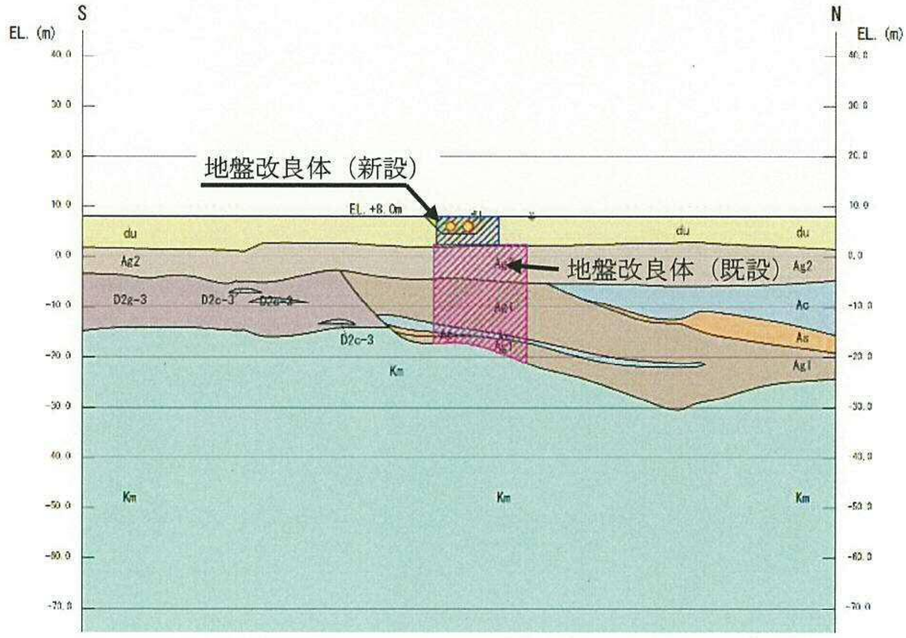


図 3.7-8 (3)　屋外二重管本体の評価対象断面図
(C－C 断面・地盤改良体基礎構造部)

3.7.5　使用材料及び材料定数

耐震評価に用いる材料定数は，鋼構造設計規準－許容応力度設計法－（(社) 日本建築学会，2005 年 9 月制定）に基づき設定する。構造物の使用材料を表 3.7-3 に，材料物性値を表 3.7-4 に示す。

なお，地盤及び地盤改良体の諸元は，3.2.5「使用材料及び材料定数」と同様にⅤ－2－1－3「地盤の支持性能に係る基本方針」にて設定している物性値を用いる。

表 3.7-3　使用材料

使用箇所	材料	諸元
屋外二重管本体	鋼管	SM400 相当（SM41B）

表 3.7-4　材料の物性値*

材　料	単位体積重量 (kN/m³)	ヤング係数 (N/mm²)	ポアソン比
鋼管	77.0	2.05×10^5	0.3

注記　*：鋼構造設計規準

3.7.6　評価構造物諸元

許容応力度による照査を行う屋外二重管本体の諸元を表 3.7-5 示す。

表 3.7-5　評価構造物の諸元

部位	仕様		機能要求
	内径	厚さ	
屋外二重管本体	φ2,000 mm	20 mm	RHRS 及 DGSW 配管の支持機能

3.7.7　荷重伝達

屋外二重管本体に対して作用する荷重は 3.2.7「荷重伝達」と同様に考慮する。

3.7.8　地震応答解析手法

屋外二重管本体の地震応答解析のうち，周辺地盤については3.2.9「地震応答解析手法」と同様に行う。図 3.7-9 に屋外二重管本体に対する地震応答解析フローを示す。管軸方向の応力解析については，解析コード「MSC Nastran Version 2013」を使用する。なお，解析コードの検証及び妥当性確認の概要については，Ｖ-5-1「計算機プログラム（解析コード）の概要（MSC Nastran)」に示す。

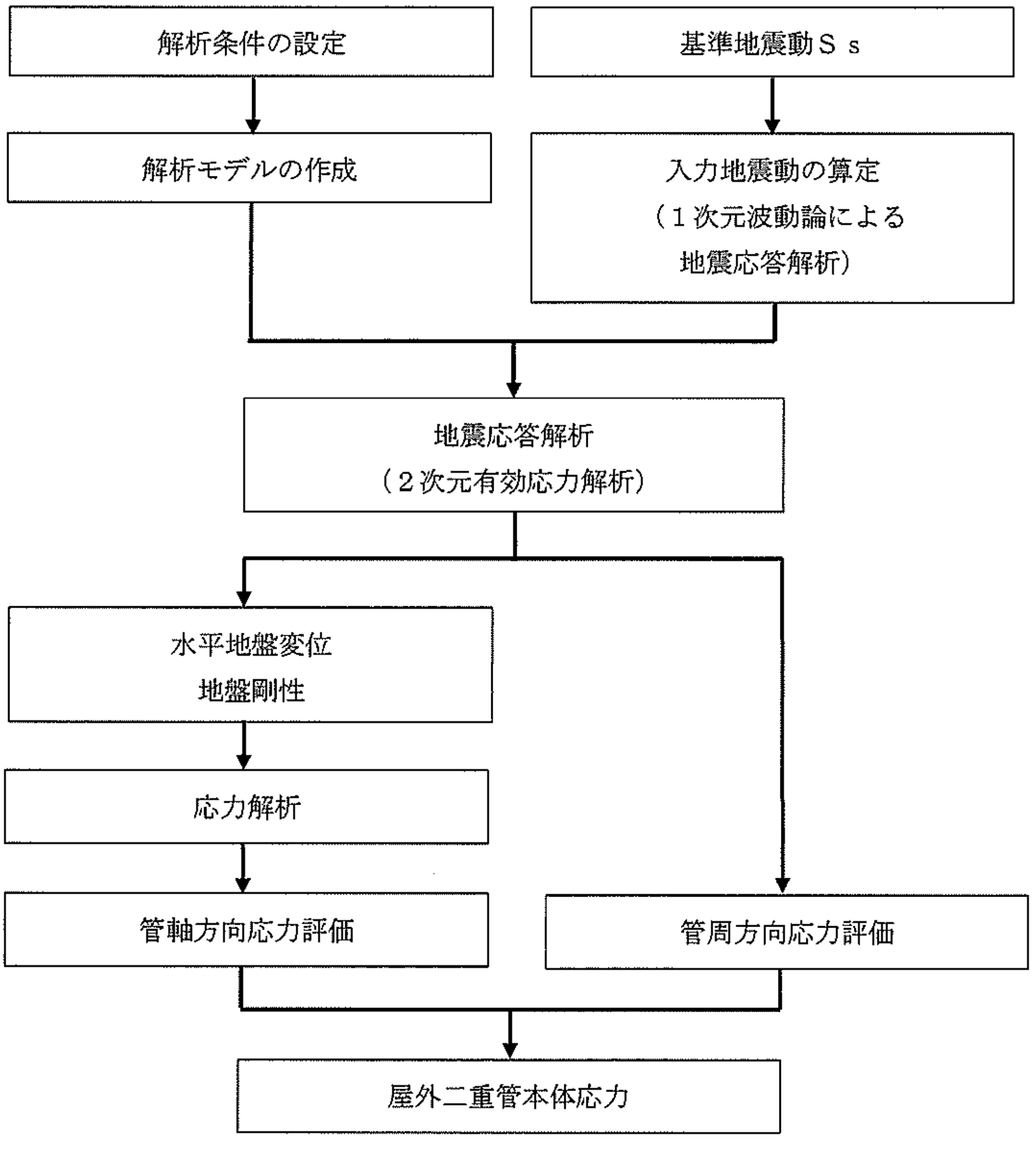


図 3.7-9　屋外二重管本体に対する地震応答解析フロー

3.7.9　解析モデルの設定

(1)　地震応答解析モデルの設定

屋外二重管本体の地震応答解析に用いる解析モデルは，3.2.10「解析モデルの設定」と同様にモデル化する。

(2)　屋外二重管本体管軸方向解析モデルの設定

屋外二重管本体管軸方向に作用する荷重の解析モデルは，図 3.7-10 に示すとおり，屋外二重管本体及び可とう管を線形はり要素，屋外二重管本体の周辺地盤をばね要素でモデル化する。地盤ばね要素は，管軸方向，軸直方向のばね要素ともに1ｍピッチで与える。また，屋外二重管本体の両端の境界条件は，躯体との取り合い構造を考慮して，原子炉建屋側は自由端，海水ポンプ室側は固定端としてモデル化する。

屋外二重管本体のモデル化において線形はり要素としてモデル化している可とう管部分は，計算機インプットに入力する剛性を小さい値（10MPa）とすることで可とう管による伸縮及び偏心を模擬する。なお，可とう管自体の耐震評価については，「参考1　可とう管の耐震性について」に示す。

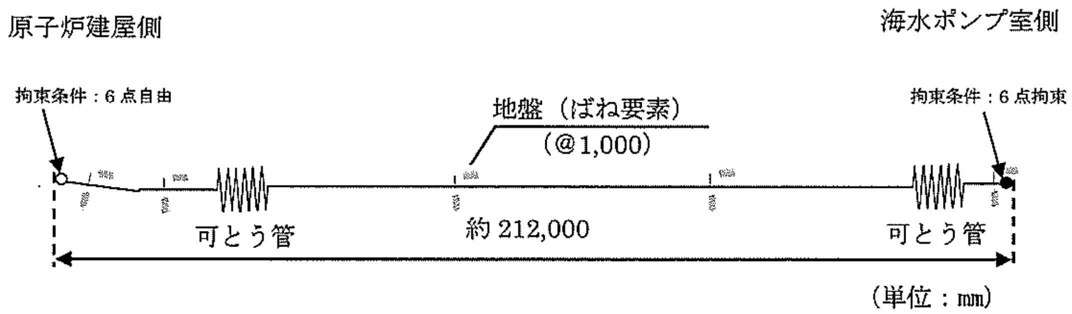


図 3.7-10　屋外二重管本体の解析モデル図

(3)　屋外二重管本体管周方向解析モデルの設定

屋外二重管本体管周方向に作用する荷重の解析モデルは，3.2.10「解析モデルの設定」に示すとおり，管体を線形はり要素でモデル化する。

3.7.10　減衰特性

屋外二重管本体を支持する地盤（杭基礎構造部及び地盤改良体基礎構造部）の地震応答解析において考慮する減衰特性は 3.2.11「減衰特性」と同様に行う。

3.7.11　荷重の組合せ

屋外二重管本体の管周方向の応力解析にて考慮する荷重は，通常運転時の荷重（永久荷重）及び地震荷重を抽出し，それぞれ組合せて設定する。地震荷重は，地震応答解析から得られる地震時土圧及び躯体に作用する慣性力を考慮する。

変動荷重のうち，積雪荷重，風荷重，温度荷重等については，屋外二重管本体が地中構造物であることを考慮すると，構造物に与える影響は軽微であると判断し，地震力と組合せる荷重としては除外した。

なお，屋外二重管本体は，地中に埋設されている構造物であることから，運転時の異常な過渡変化時，設計基準事故時及び重大事故等時の状態の影響を受けないと考えられるため，当該状態についての組合せは考慮しないものとする。また，重大事故等対処時においても，地中内で設計基準事故時の条件を上回るような事象は発生しないため，当該状態についての組合せは考慮しないものとする。

荷重の組合せを表 3.7-6 に示す。

表 3.7-6　荷重の組合せ

<table>
<tr><th colspan="2" rowspan="2">種別</th><th rowspan="2">荷重</th><th colspan="2">考慮箇所</th><th rowspan="2">算定方法</th></tr>
<tr><th>管軸</th><th>管周</th></tr>
<tr><td rowspan="6">永久荷重</td><td rowspan="3">常時考慮荷重</td><td>躯体自重</td><td>－</td><td>○</td><td>・設計図書に基づいて，対象構造物の体積に材料の単位体積重量を乗じて設定する。</td></tr>
<tr><td>機器・配管荷重</td><td>－</td><td>○</td><td>・機器・配管荷重の重量に基づいて設定する。</td></tr>
<tr><td>永久上載荷重</td><td>－</td><td>－</td><td>・恒常的に配置された設備等はないことから，考慮しない。</td></tr>
<tr><td colspan="2">静止土圧</td><td>－</td><td>○</td><td>・常時応力解析により算定する。</td></tr>
<tr><td colspan="2">外水圧</td><td>－</td><td>○</td><td>・地下水位に応じた静水圧として設定する。
・水の単位体積重量を考慮する。</td></tr>
<tr><td colspan="2">内水圧</td><td>－</td><td>－</td><td>・内水がないことから，考慮しない。</td></tr>
<tr><td colspan="3">変動荷重</td><td>－</td><td>－</td><td>・地中構造物であるため，積雪荷重，風荷重及び温度荷重等は考慮しない。</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="3">偶発荷重
（地震荷重）</td><td>水平地震動</td><td>○</td><td>○</td><td rowspan="2">・基準地震動Ｓｓによる水平・鉛直同時加振をする。
・躯体，機器・配管系の慣性力，動土圧を考慮する。
・管軸方向は，応答変位法による応力解析にて地盤変位を考慮する。</td></tr>
<tr><td>鉛直地震動</td><td>－</td><td>○</td></tr>
<tr><td>動水圧</td><td>－</td><td>○</td><td>・水位条件，密度は，永久荷重と同様とする。</td></tr>
</table>

3.7.12　地震応答解析の検討ケース

屋外二重管本体の耐震設計における屋外二重管本体基礎構造部の検討ケースを表 3.7-7 に示す。屋外二重管本体に作用する地震荷重は，地盤変位と地盤剛性に支配される。このため，すべての基準地震動Ｓｓに対して実施する検討ケース①（基本ケース）から地盤ひずみが最大となる基準地震動Ｓｓを選定し，地盤変位が保守的となる条件として，敷地には存在しない豊浦標準砂に基づく液状化強度特性の検討ケース④（地盤を強制的に液状化させることを仮定）を考慮した地盤条件を用いて屋外二重管本体の耐震評価を行う。

表 3.7-7　屋外二重管本体の耐震設計における検討ケース

検討ケース	① 原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース）	② 地盤物性のばらつきを考慮（＋１σ）した解析ケース	③ 地盤物性のばらつきを考慮（－１σ）した解析ケース	④ 地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース	⑤ 原地盤において非液状化の条件を仮定した解析ケース	⑥ 地盤物性のばらつきを考慮（＋１σ）して非液状化の条件を仮定した解析ケース
液状化強度特性の設定	原地盤に基づく液状化強度特性（標準偏差を考慮）	原地盤に基づく液状化強度特性（標準偏差を考慮）	原地盤に基づく液状化強度特性（標準偏差を考慮）	敷地に存在しない豊浦標準砂に基づく液状化強度特性	液状化パラメータを非適用	液状化パラメータを非適用

3.8　評価内容

3.8.1　許容限界の設定

屋外二重管本体の曲げ及びせん断に対する許容限界は，鋼構造設計規準－許容応力度設計法－（(社) 日本建築学会,2005 年度 9 月制定）に基づき，表 3.8-1 に示す短期許容応力度とする。短期許容応力度は，耐震設計上考慮する荷重が地震荷重であることを考慮し，鋼材の許容応力度に対して 1.5 倍割増しを考慮する。

表 3.8-1　鋼製管の短期許容応力度

項　目	短期許容応力度 (N/mm^2)
許容引張応力度 許容曲げ応力度	235
許容せん断応力度	135

3.8.2　評価方法

屋外二重管本体の発生応力は，3.4.1「地震応答解析結果」から得られる屋外二重管本体の管周方向に作用する荷重と水平地盤変位を考慮して，管軸方向と管周方向それぞれの応力評価を行う。屋外二重管本体の応力評価フローを図 3.8-1 に示す。

管軸方向の応力評価は，管路に入射する地震動によって生じる周辺地盤の変位を考慮した応答変位法による構造解析結果と管周方向に発生する応力を合成して評価する。

(1)　管軸方向の応力評価

屋外二重管本体の管軸方向の応力評価フローを図 3.8-2 に，管軸方向の応力解析に用いる応答変位法の概念を図 3.8-3 に示す。管軸方向の応力解析においては，図 3.8-3 に示すとおり，地盤に生じる水平変位と地震動の波長の関係，つまり，地盤ひずみに支配される。地盤ひずみ ε_G (x) は，地盤に生じる変位と波長より，次式で与えられる。

$$\varepsilon_G(x) = \frac{dU(x)}{dx} = 2\pi\frac{U_o}{L}\cdot\cos\left(\frac{2\pi}{L}x + \varphi\right)$$

ここで,

U_o　：管軸位置の地盤の水平方向最大応答変位 (m)
（応答解析の結果より）

L　：地震動の波長 (m)

x　：地震動に沿った距離 (m)

φ　：地震動の位相　(°)

以上より，最大地盤ひずみは，次式で表される。

$$\varepsilon_{Gmax} = 2\pi \frac{U_o}{L}$$

応答変位法による変位は，２次元有効応力解析より得られる地盤変位と当該時刻における地盤物性より算定したばね要素（以下，「地盤ばね」という。）を介して入力する。地盤ばねは道路橋示方書・同解説Ⅳ下部構造編（平成 29 年 11 月)」に準拠し，地盤反力係数の上限値を考慮したバイリニア型として，以下のように設定する。

$$K = K_0 \left(\frac{B_H}{0.3}\right)^{-\frac{3}{4}}$$

ここで，

K　：屋外二重管本体に作用する地盤反力係数　(kN/m³)

K_0　：直径 0.3 m 剛体円板による平板載荷試験の値に相当する地盤反力係数 (kN/m³) であり，「道路橋示方書・同解説 IV 下部構造編 (平成 29 年 11 月)」に従う。

B_H　：換算載荷幅　(＝2.04 m)

地盤反力係数 K_0 は以下の式より算定する。

$$K_0 = \frac{1}{0.3} \alpha E_0$$

ここで，

α　：地盤反力係数の換算係数　(α＝1)

E_0　：地盤の変形係数　(kN/m²)

地盤変形係数 E_0 は２次元有効応力解析において屋外二重管本体の最大相対水平変位発生時刻 t_{max} の応答値に基づき，以下の式より算定する。

$$E_0 = 2(1 + \nu_d) G_S$$

$$G_s = \frac{\tau_s}{\gamma}$$

$$\tau_s = \frac{\gamma}{\dfrac{1}{G_{ma} \times \left(\dfrac{\sigma'_m}{\sigma'_{ma}}\right)^{0.5}} + \left|\dfrac{\gamma}{C \times cos\phi_{CD} + \sigma'_m \times sin\phi_{CD}}\right|}$$

ここで，

ν_d　：動ポアソン比

G_S　：割線せん断剛性　(kN/m²)

τ_s ：骨格曲線上のせん断応力 （kN/m²）

γ_{xy} ：せん断ひずみ

C_{CD} ：粘着力 （kN/m²）

ϕ_{CD}：内部摩擦角 （°）

また，地盤反力係数の上限値は以下の式より算定する。

$$\tau_f = C_{CD} \times cos\phi_{CD} + \sigma'_m \times sin\phi_{CD}$$

$$\sigma_f = C_{CD} \times cos\phi_{CD} + \sigma'_m \times (1 + sin\phi_{CD})$$

ここで，

τ_f ：時刻 t_{max} における各地盤深度のσ'_mに対応する管軸方向の地盤反力係数の上限値 （kN/m²）

σ_f ：時刻 t_{max} における各地盤深度のσ'_mに対応する管周方向の地盤反力係数の上限値 （kN/m²）

応力解析モデルに入力する地盤変位 U_hは，２次元有効応力解析結果から算定した地盤ひずみに基づき，地盤ひずみが最大となる基準地震動Ｓｓの屋外二重管本体の中心標高における最大水平変位量U_o，地震動の波長Lを考慮し，以下の式で与える。

$$U_h(x) = U_o \times \sin\left(\frac{2\pi}{L}x + \varphi\right)$$

ここで，

U_h ：地盤変位（m）

U_o ：地震応答解析における最大水平変位（m）

L ：地震動の波長（m）

x ：地震動に沿った距離（m）

φ ：地震動の位相 （°）

15° ごとに変化させて入力する。

管軸方向の応力解析において屋外二重管本体に発生する応力は，地震動（地盤変位）の入射角 θ により発生値が変化する。図 3.8-4 に示すとおり，管軸方向応力は，入射角 0° で曲げ応力，入射角 45° で軸応力が最大となることから，地震動の入射角は 0° 及び 45° とする。このとき，入射角 0° の場合の応力と入射角 45° の場合の応力を以下の式にて合成したものとする。

$$\sigma_L = \sqrt{3.12 \times (\sigma_{A,45})^2 + (\sigma_{B,0})^2} \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots (1)$$

ここで，

σ_L　：管軸方向の応力

$\sigma_{A,45}$　：入射角 45°の場合の管軸方向応力（軸応力）の最大値

$\sigma_{B,0}$　：入射角 0°の場合の管軸方向応力（曲げ応力）の最大値

図 3.8-5 は，水平及び鉛直面内の波動が，管軸（y 軸）方向に対して入射角 θ で入射した場合のイメージ図である。

応力が最大となる入射角は，それぞれ軸応力：45°，曲げ応力：0°であることから，各々が最大となる入射角を考慮した重ね合わせを行う。

軸応力が最大となる θ=45°の傾きを持つ波動（水平及び鉛直面内で y 軸で線対称の波動：4 波）及び曲げ応力が最大となる θ=0°の傾きを持つ水平面内波動の計 5 波が入射した場合の合成応力をσ_eを，二乗和平方根で均等化したものを，以下の式で表す。

$$\sigma_e = \sqrt{\gamma \cdot \sigma_L^2 + \sigma_B^2}$$

ここで，

γ　：波動成分による重畳係数　（1.00 ≦ γ ≦ 3.12）

σ_L　：軸応力

σ_B　：曲げ応力

上式における重畳係数は，波動成分によって 1.00～3.12 の値をとる。上述の 5 波を考慮した場合，鉛直面内で入射する波動による応力は，水平面内で入射する波動による応力の 75%として，次式で表すことができる。

$$\sigma_e = \sqrt{2(1.0^2 + 0.75^2) \cdot \sigma_L^2 + \sigma_B^2}$$

$$= \sqrt{3.12 \cdot \sigma_L^2 + \sigma_B^2}$$

つまり，式(1)で求まる管軸方向応力には，周辺地盤の最大水平変位による影響に加え，最大水平変位の 75%の振幅を持つ鉛直地盤変位についても考慮されている。

(2)　管周方向の応力評価

屋外二重管本体の管周方向の応力評価は，地盤の有効応力解析に用いる地盤の 2 次元

モデルに，屋外二重管本体を線形はり要素で組み込み，水平方向及び，鉛直方向の同時入力の時刻歴応答解析で屋外二重管本体の地震応答解析結果より算定する。この荷重には地盤改良体及び周辺地盤の地震時の動的応答の効果が含まれる。この解析の結果から得られる曲げモーメント及びせん断力から以下の式により曲げ応力及びせん断応力を算定する。

a.　曲げ応力

$$\sigma = \frac{M}{Z}$$

ここで，

σ　：管周方向の曲げ応力　(N/mm²)

M　：曲げモーメント　(N･mm)

Z　：断面係数　(mm³)

b.　せん断応力

$$\tau = \frac{S}{A}$$

ここで，

τ　：管周方向のせん断応力　(N/mm²)

S　：せん断力　(N)

A　：せん断面積　(mm²)

(3)　管軸方向及び管周方向の応力評価

屋外二重管本体に発生する応力は，管軸方向及び管周方向応力を以下の式にて組み合わせる。

$$\sigma = \sqrt{\sigma_L^2 + \sigma_C^2 + \sigma_L \times \sigma_C + 3 \times \tau_S^2}$$

ここで，

σ　：合成応力　(N/mm²)

σ_C　：管周方向曲げ応力　(N/mm²)

τ_S　：管軸方向せん断応力　(N/mm²)

また，屋外二重管本体のせん断評価に用いるせん断応力は，管周方向のせん断応力を用いる。

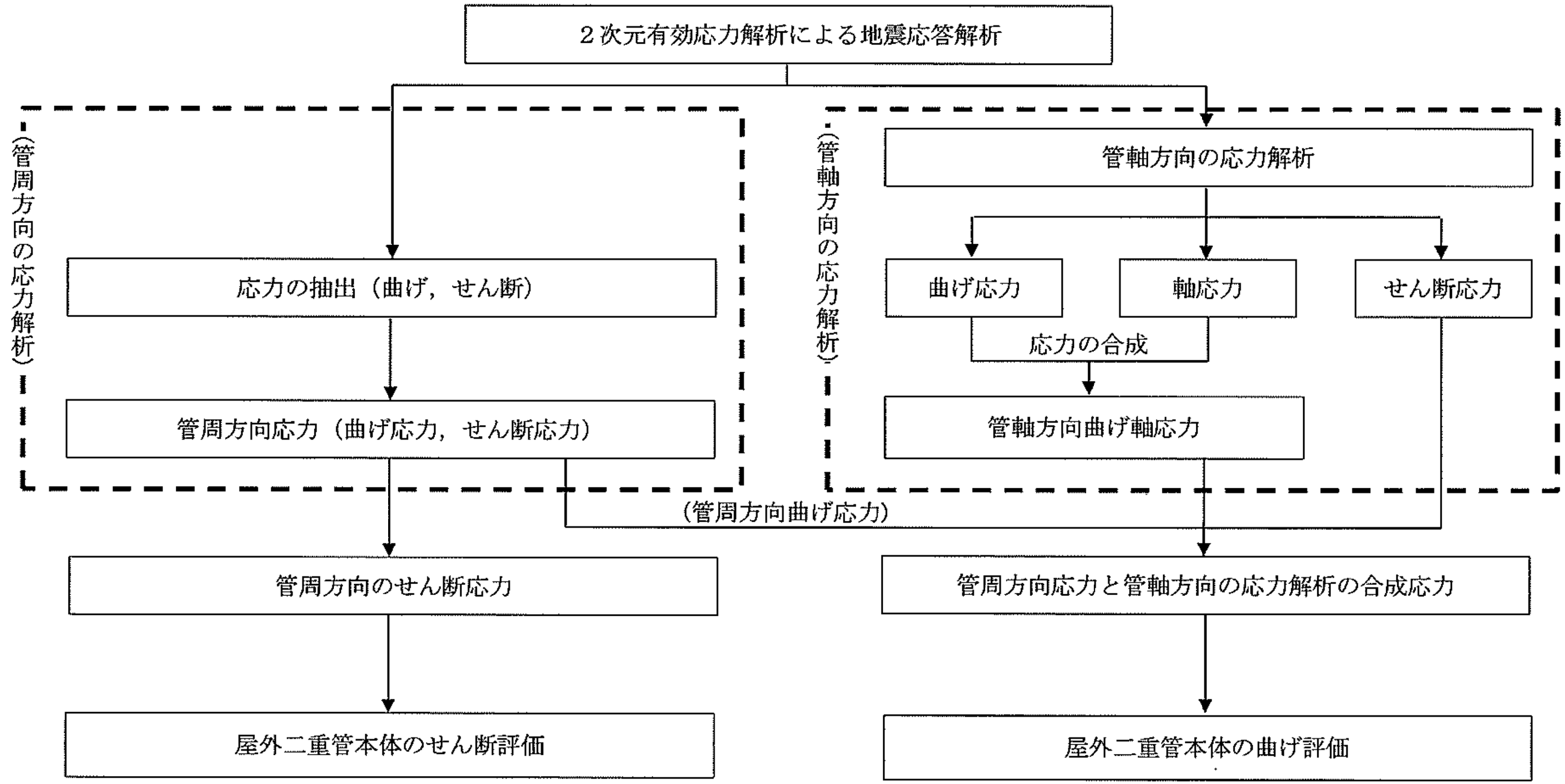


図 3.8-1　屋外二重管本体の応力評価フロー

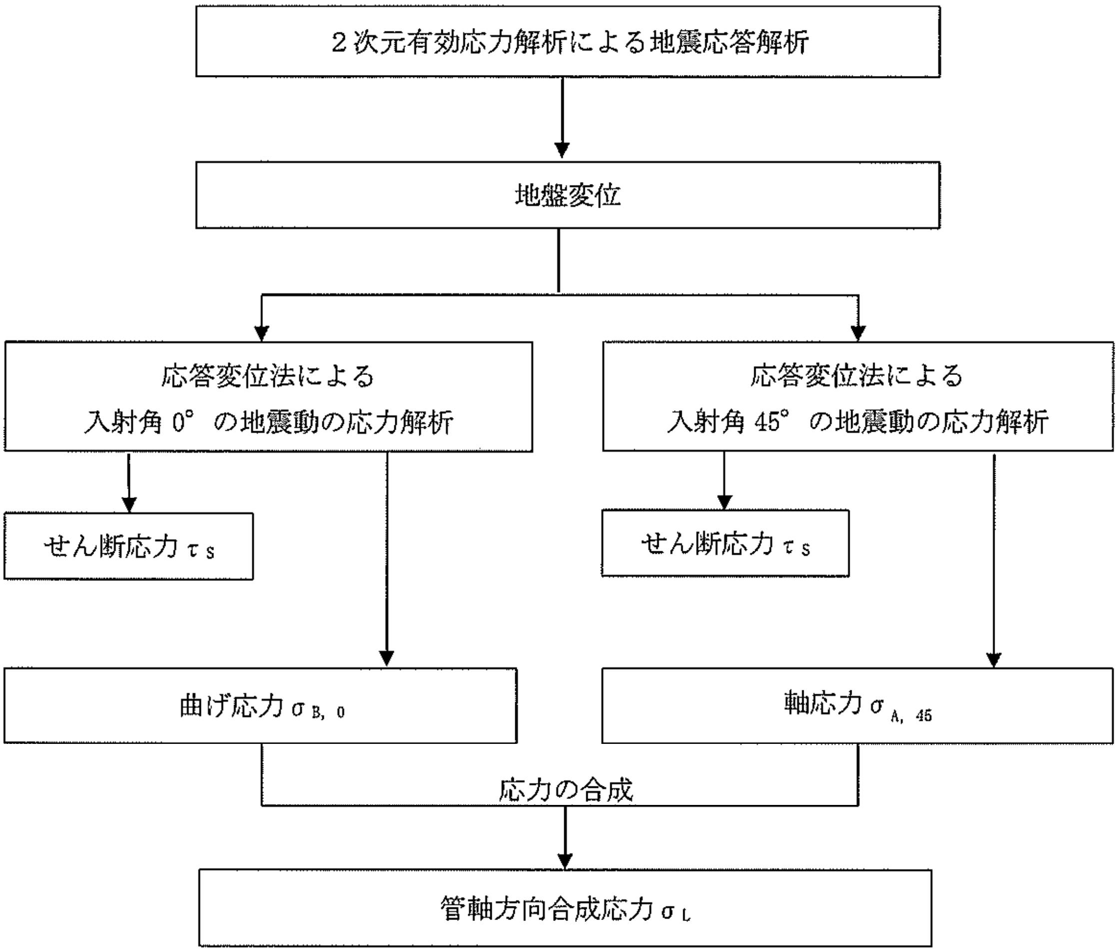
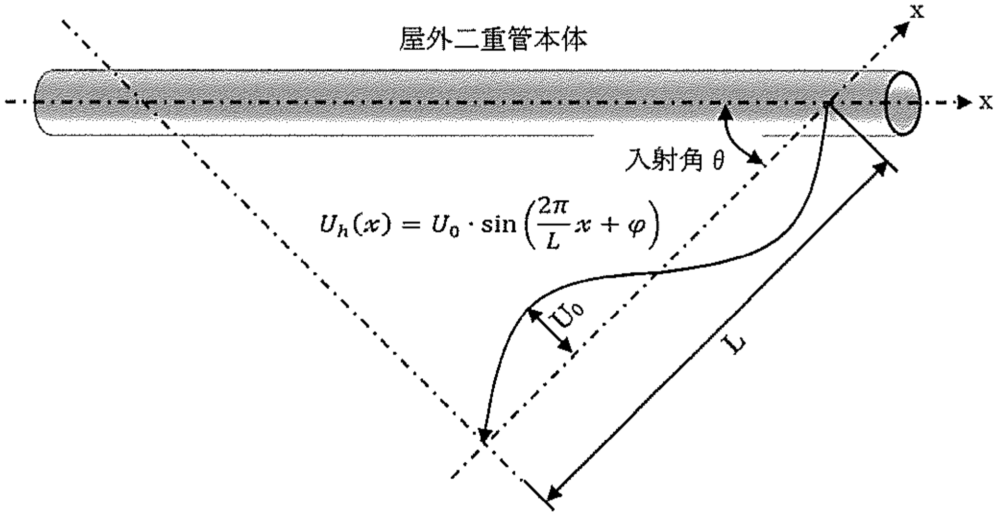


図 3.8-2　管軸方向の応力評価フロー



U_h : 水平変位（m）

U_o : 管軸位置の地盤の水平方向最大応答変位*1（m）

（応答解析の結果より）

L ：地震動の波長*2（m）

$$\mathrm{L} = \frac{2 \cdot L_1 \cdot L_2}{L_1 + L_2}$$

$\mathrm{L}_1 = V_{DS} \cdot T_G$，$\mathrm{L}_2 = V_{BS} \cdot T_G$

ここで，

V_{DS}:管路中心以浅の地盤の平均せん断弾性波速度（m/s）

V_{BS}:管路中心以深の平均せん断弾性波速度（m/s）

T_G： 管路中心以浅の地盤の固有周期　（s）

x ：地震動に沿った距離（m）

φ :地震動の位相　(°　)

注記　*1：応力解析における地盤変位は，水道施設耐震工法指針・解説1997 版（日本水道協会，1997）に基づき，管軸位置の水平変位を用いる。

*2：水道施設耐震工法指針・解説1997 版（日本水道協会，1997）に基づく。

図 3.8-3　管軸方向の応力解析の概念図

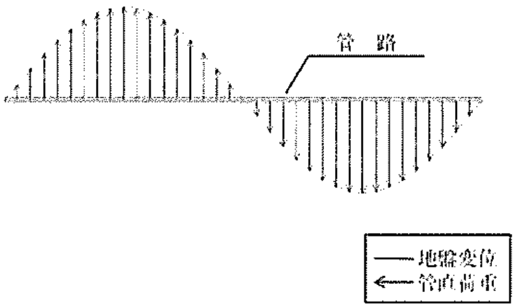
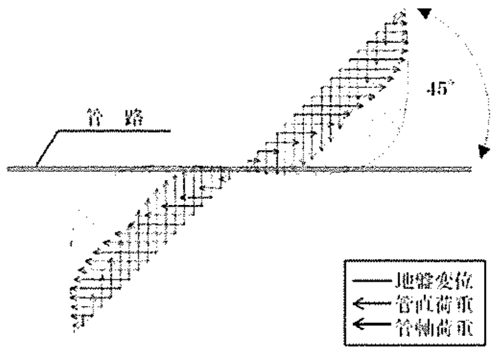
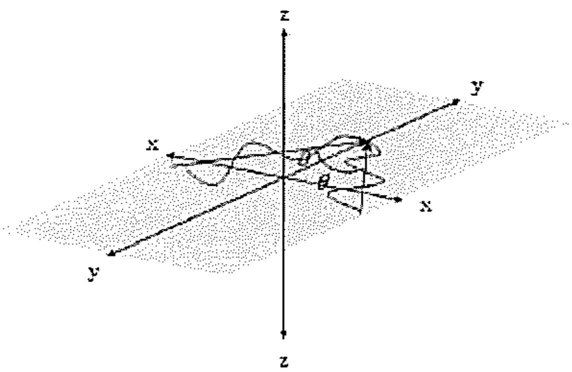
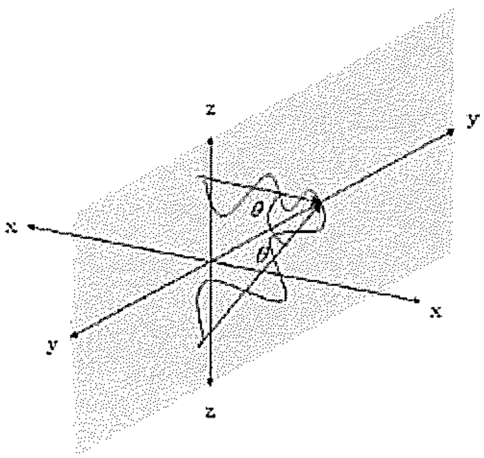
地震動の 入射角 θ	応力発生イメージ	備　考
0°		地震動の入射角が 0° の場合，管路と直交方向の地盤変位が最大となるため，管路に発生する曲げ応力が最大となる。 なお，軸方応力は発生しない。
45°		地震動の入射角が 45° の場合，管路と平行方向の地盤変位が最大となるため，管路に発生する軸応力が最大となる。 なお，曲げ応力も発生するが，0° 入射の場合よりも小さい。

図 3.8-4　管軸方向応力解析における地震動の入射角と発生応力の関係



水平面内（xy 平面）



鉛直面内（yz 平面）

図 3.8-5　水平及び鉛直面内における入射角 θ のイメージ図

3.9　評価結果

3.9.1　地盤ひずみ

応答変位法における管軸方向の応力解析では，3.8.2(1)「管軸方向の応力評価」に示すとおり，地盤ひずみが支配的となる。表 3.9-2 にＢ－Ｂ断面杭基礎構造部，Ｃ－Ｃ断面杭基礎構造部及びＣ－Ｃ断面地盤改良体基礎構造部における基準地震動Ｓｓごとの地盤ひずみの評価結果を示す。同表より，Ｂ－Ｂ断面杭基礎構造部はＳｓ-12 が，Ｃ－Ｃ断面杭基礎構造部及びＣ－Ｃ断面地盤改良体基礎構造部はＳｓ-D1（－－）が最大となる。ここで，Ｂ－Ｂ断面杭基礎構造部とＣ－Ｃ断面杭基礎構造部で地盤ひずみを比較すると，Ｂ－Ｂ断面杭基礎構造部の地盤ひずみの方が大きいことから，杭基礎構造部についてはＢ－Ｂ断面を代表として評価する。また，応力評価に当たっては，液状化を考慮した場合に地盤変位が最も厳しくなる豊浦標準砂の条件を適用する。

管軸方向の応力評価のケースを表 3.9-1 に示す。管軸方向の応力評価のケースは，Ｂ－Ｂ断面杭基礎構造部においてはＳｓ-12，Ｃ－Ｃ断面地盤改良体基礎構造部においてはＳｓ-D1（－－）とする。

なお，Ｃ－Ｃ断面杭基礎構造部の地盤条件による応力評価をＢ－Ｂ断面杭基礎構造部で代表することの妥当性については，「参考２　杭基礎構造部に適用する地盤条件の妥当性について」に示す。

表 3.9-1　管軸方向の応力評価ケース

解析ケース	評価用地震動	地盤ばね及び地盤ひずみの設定値
杭基礎部	Ｓｓ-12	Ｂ－Ｂ断面杭基礎構造部の地盤条件より設定した値*
地盤改良体基礎構造部	Ｓｓ-D1（－－）	Ｃ－Ｃ断面地盤改良体基礎構造部の地盤条件より設定した値

＊　Ｃ－Ｃ断面杭基礎構造部と比較し地盤ひずみが大きいＢ－Ｂ断面杭基礎構造部を代表として選定した。

表 3.9-2 (1)　地盤の最大ひずみ（B－B断面杭基礎構造部）

地震動	最大応答変位U_o (*1) (m)	波長L (m)	最大地盤ひずみ (%)
Ss-D1 (++)	2.27×10^{-1}	289	0.5
Ss-D1 (+-)	2.28×10^{-1}	289	0.5
Ss-D1 (-+)	1.98×10^{-1}	278	0.4
Ss-D1 (--)	1.99×10^{-1}	279	0.4
Ss-11	1.51×10^{-1}	268	0.4
Ss-12	2.92×10^{-1}	274	0.7
Ss-13	2.81×10^{-1}	280	0.6
Ss-14	1.78×10^{-1}	260	0.4
Ss-21	1.29×10^{-1}	260	0.3
Ss-22	1.30×10^{-1}	277	0.3
Ss-31 (++)	2.28×10^{-1}	273	0.5
Ss-31 (-+)	2.17×10^{-1}	268	0.5
Ss-12 (豊浦標準砂)	6.60×10^{-1}	303	1.4

注記　*1：屋外二重管本体中心標高位置（EL. +2.475 m）における変位

表 3.9-2 (2)　地盤の最大ひずみ（C－C断面杭基礎構造部）

地震動	最大応答変位U_o (*2) (m)	波長L (m)	最大地盤ひずみ (%)
Ss-D1 (++)	1.30×10^{-1}	155	0.5
Ss-D1 (+-)	1.28×10^{-1}	155	0.5
Ss-D1 (-+)	1.35×10^{-1}	141	0.6
Ss-D1 (--)	1.37×10^{-1}	140	0.6
Ss-11	3.30×10^{-2}	116	0.2
Ss-12	9.20×10^{-2}	121	0.5
Ss-13	7.20×10^{-2}	130	0.3
Ss-14	5.30×10^{-2}	124	0.3
Ss-21	8.30×10^{-2}	130	0.4
Ss-22	8.30×10^{-2}	130	0.4
Ss-31 (++)	1.14×10^{-1}	136	0.5
Ss-31 (-+)	1.15×10^{-1}	139	0.5
Ss-D1 (--) （豊浦標準砂）	3.08×10^{-1}	166	1.2

注記　*2：屋外二重管本体中心標高位置（EL. +6.032 m）における変位

表 3.9-2 (3)　地盤の最大ひずみ（C－C断面地盤改良体基礎構造部）

地震動	最大応答変位U_o (*3) (m)	波長L (m)	最大地盤ひずみ (%)
Ss-D1 (++)	9.7×10^{-2}	91	0.7
Ss-D1 (+-)	9.7×10^{-2}	92	0.7
Ss-D1 (-+)	1.08×10^{-1}	96	0.7
Ss-D1 (--)	1.08×10^{-1}	98	0.7
Ss-11	1.30×10^{-2}	96	0.1
Ss-12	3.90×10^{-2}	94	0.3
Ss-13	3.80×10^{-2}	94	0.3
Ss-14	3.70×10^{-2}	94	0.2
Ss-21	5.40×10^{-2}	92	0.4
Ss-22	5.90×10^{-2}	98	0.4
Ss-31 (++)	8.20×10^{-2}	88	0.6
Ss-31 (-+)	7.70×10^{-2}	93	0.5
Ss-D1 (--)（豊浦標準砂）	1.66×10^{-1}	92	1.1

注記　*3：屋外二重管本体中心標高位置（EL. +6.032 m）における変位

3.9.2　入力地盤変位

図 3.9-1 に 3.9.1「地盤ひずみ」において選定したＢ－Ｂ断面杭基礎構造部の基準地震動Ｓｓ－12 とＣ－Ｃ断面地盤改良体基礎構造部の基準地震動Ｓｓ－Ｄ1（－－）について算定した入射角 0° の場合と入射角 45° の場合の入力地盤変位（最大水平変位U_h）を示す。

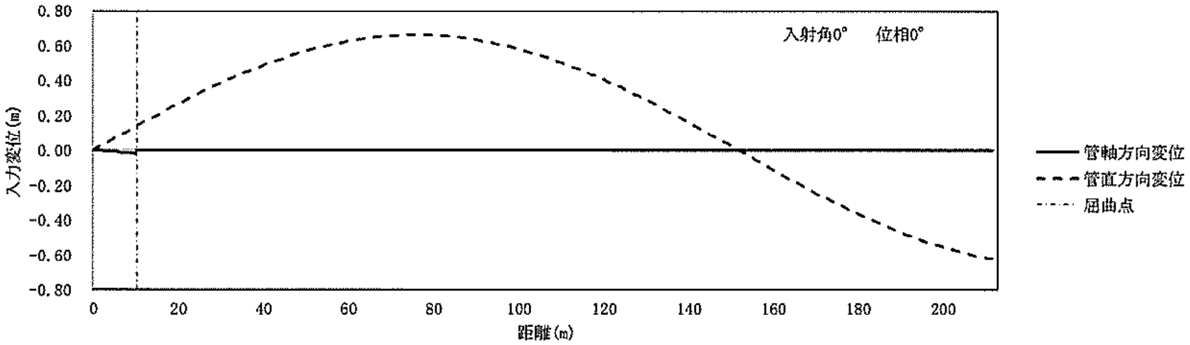


図 3.9-1 (1)　入力地盤変位（Ｂ－Ｂ断面杭基礎構造部：Ｓｓ－12）（入射角 0°）

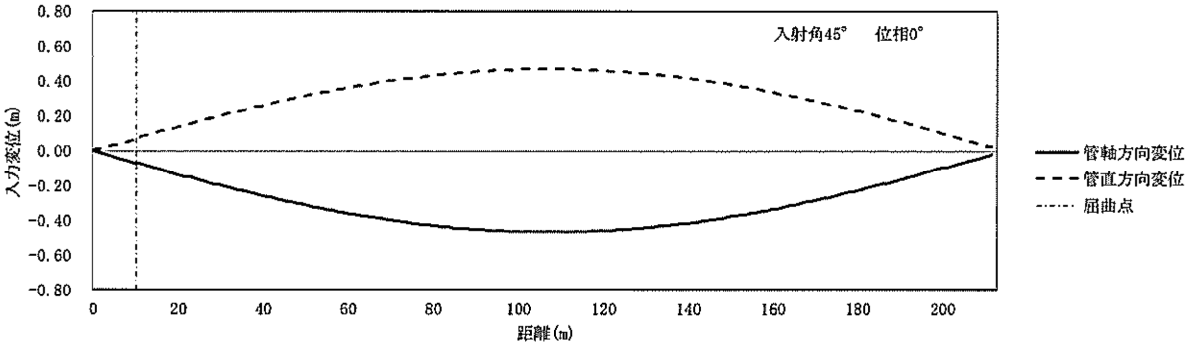


図 3.9-1 (2)　入力地盤変位（Ｂ－Ｂ断面杭基礎構造部：Ｓｓ－12）（入射角 45°）

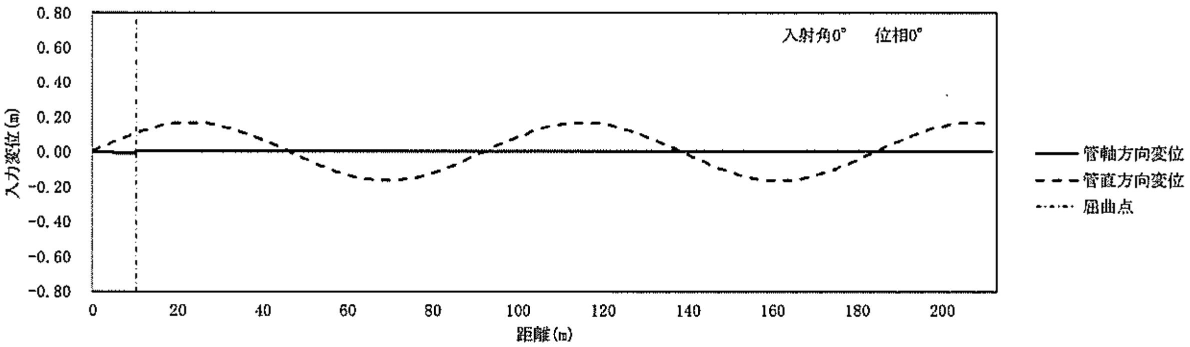


図 3.9-1 (3)　入力地盤変位

（Ｃ－Ｃ断面地盤改良体基礎構造部：Ｓｓ－Ｄ1（－－））（入射角 0°）

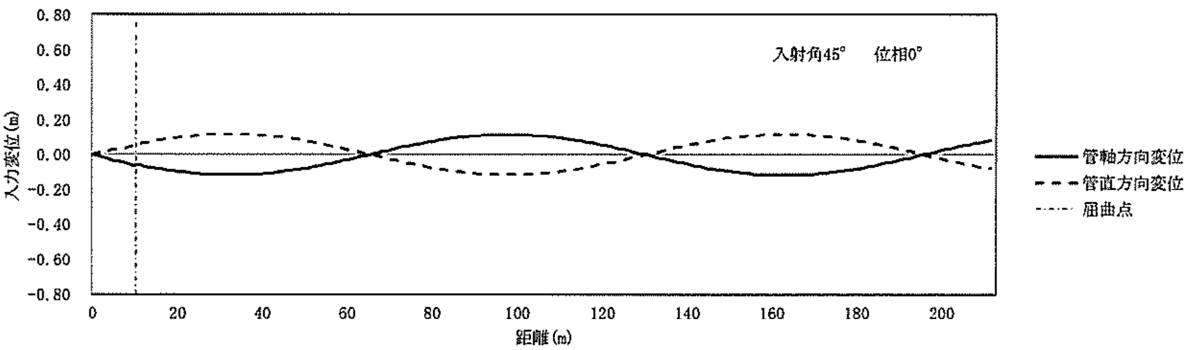


図 3.9-1 (4)　入力地盤変位

（Ｃ－Ｃ断面地盤改良体基礎構造部：Ｓｓ－Ｄ1（－－））（入射角 45°）

3.9.3　地盤反力係数及び地盤反力係数の上限値

表 3.9-3 に 3.9.1「地盤ひずみ」において選定したＢ－Ｂ断面杭基礎構造部の基準地震動Ｓｓ－12 とＣ－Ｃ断面地盤改良体基礎構造部の基準地震動Ｓｓ－Ｄ1（－－）について算定した地盤反力係数及び地盤反力係数の上限値を示す。

表 3.9-3（1）　管軸方向の応力解析に用いる地盤反力係数及び地盤反力係数の上限値
（Ｂ－Ｂ断面杭基礎構造部）

基準地震動	地盤反力係数 (kN/m^3)	地盤反力係数の上限値：τ_f (kN/m^2)
Ｓｓ－12	6.578×10^2	4.478

表 3.9-3（2）　管軸方向の応力解析に用いる地盤反力係数及び地盤反力係数の上限値
（Ｃ－Ｃ断面地盤改良体基礎構造部）

基準地震動	地盤反力係数 (kN/m^3)	地盤反力係数の上限値：τ_f (kN/m^2)
Ｓｓ－Ｄ1（－－）	1.337×10^2	2.807×10^{-1}

3.9.4　管軸方向の応力解析結果

表 3.9-4 にＢ－Ｂ断面杭基礎構造部及びＣ－Ｃ断面地盤改良体基礎構造部の解析条件，図 3.9-2 に管軸方向の応力解析結果を示す。

本図は，地震動の位相を 15° ピッチで与えた結果のうち，各要素に生じた最大応力を示している。なお，屋外二重管本体は，管軸方向に対して板厚（t）の変化生じることから図中に管軸方向における各板厚を記載した。

表 3.9-4　Ｂ－Ｂ断面杭基礎構造部及びＣ－Ｃ断面地盤改良体基礎構造部の解析条件

	Ｂ－Ｂ断面 杭基礎構造部	Ｃ－Ｃ断面 地盤改良体基礎構造部	備考
基準地震動Ｓｓ	Ｓｓ－12 （豊浦標準砂）	Ｓｓ－Ｄ1（－－） （豊浦標準砂）	3.9.1 項参照
最大応答変位U_0（m）	6.60×10^{-1}	1.66×10^{-1}	同上
波長Ｌ（m）	303	92	同上
地盤反力係数（kN/m³）	6.578×10^{2}	1.337×10^{2}	3.9.3 項参照
地盤反力係数の 上限値τ_f（kN/m²）	4.478	2.807×10^{-1}	同上

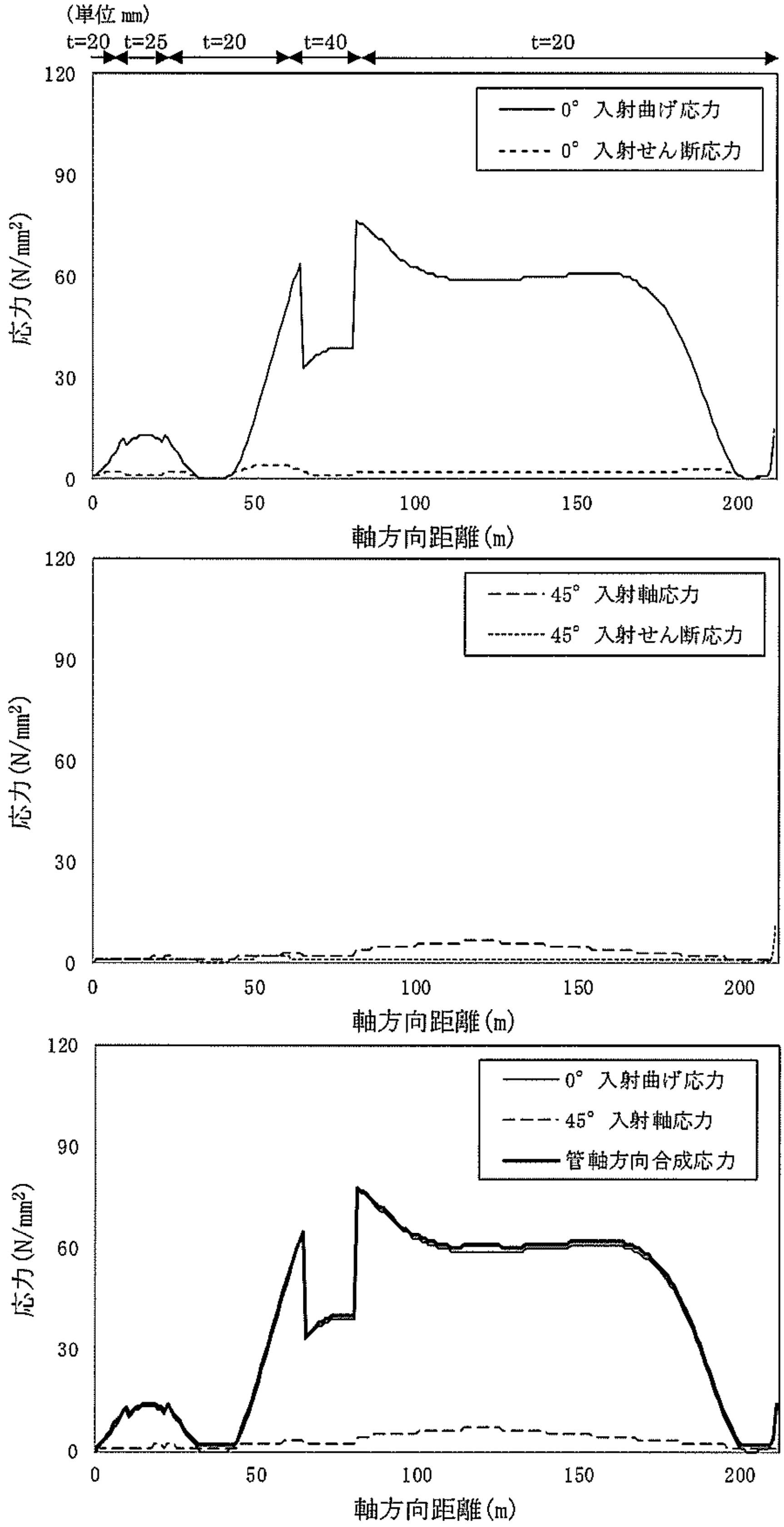


図 3.9-2 (1)　管軸方向の応力解析結果（Ｂ－Ｂ断面杭基礎構造部：Ｓｓ－12）

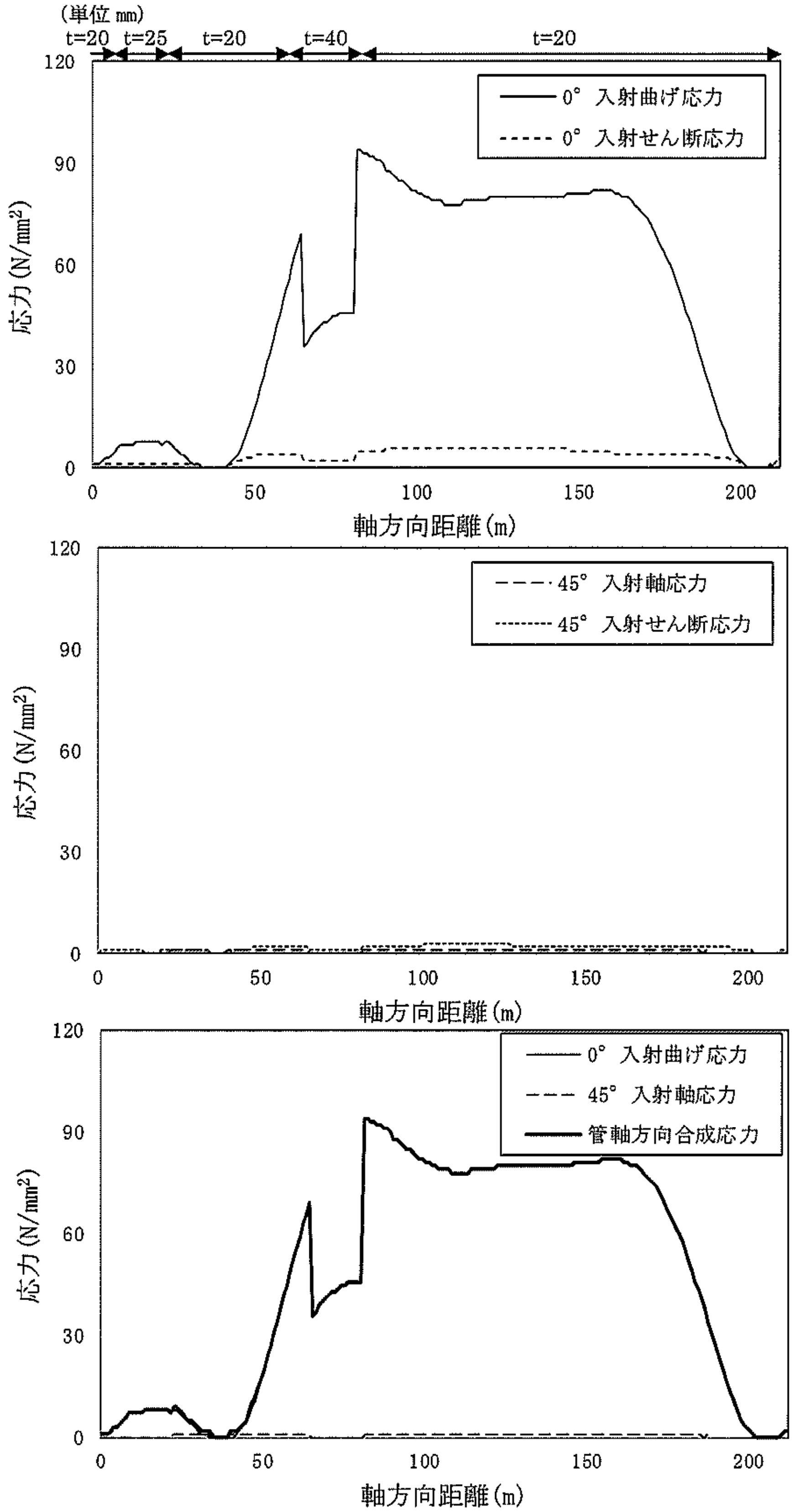


図 3.9-2 (2) 管軸方向の応力解析結果

（C－C断面地盤改良体基礎構造部：Ｓｓ－Ｄ1（－－））

3.9.5　管周方向の応力評価

管周方向の応力評価は，図 3.2-15(2)～図 3.2-15(4)に示す屋外二重管基礎の地震応答解析モデルによる地震応答解析結果から得られるモーメント及びせん断力を用いて行う。

表 3.9-5～表 3.9-7 に管周方向の曲げ応力及びせん断応力評価結果，図 3.9-3～図 3.9-5 に各断面において発生応力が最大となる管周方向の応力評価結果の分布図を示す。また，図 3.9-6 及び図 3.9-7 に 3.9.1「地盤ひずみ」において管軸方向の応力評価の対象として抽出したＳｓ－12 及びＳｓ－D1(--)の管周方向の応力評価結果の分布図を示す。

なお，評価対象断面の板厚について，屋外二重管本体は 20 mm，25 mm，40 mmで構成されているが，大部分の板厚が 20 mmであること及び応力評価においては板厚が薄い方が保守的な条件となることから，板厚は 20 mmとした。

表 3.9-5 (1)　管周方向に発生する曲げ応力評価結果

（B－B断面杭基礎構造部）

地震動	曲げモーメント (kNm/m)	曲げ応力 σ_c (N/mm²)	許容限界 σ_a (N/mm²)	σ_c/σ_a
Ss-D1 (++)	0.176	3	235	0.013
Ss-D1 (+-)	0.172	3		0.013
Ss-D1 (-+)	0.207	4		0.017
Ss-D1 (--)	0.196	3		0.013
Ss-11	0.126	2		0.009
Ss-12	0.154	3		0.013
Ss-13	0.143	3		0.013
Ss-14	0.135	2		0.009
Ss-21	0.185	3		0.013
Ss-22	0.193	3		0.013
Ss-31 (++)	0.420	7		0.030
Ss-31 (-+)	0.205	3		0.013
Ss-12 (豊浦標準砂)	0.096	2		0.009

表 3.9-5 (2)　管周方向に発生するせん断応力評価結果

（B－B断面杭基礎構造部）

地震動	せん断力 (kN/m)	せん断応力 τ_s (N/mm²)	許容限界 τ_a (N/mm²)	τ_s/τ_a
Ss-D1 (++)	0.678	1	135	0.008
Ss-D1 (+-)	0.615	1		0.008
Ss-D1 (-+)	0.833	1		0.008
Ss-D1 (--)	0.844	1		0.008
Ss-11	0.513	1		0.008
Ss-12	0.505	1		0.008
Ss-13	0.490	1		0.008
Ss-14	0.428	1		0.008
Ss-21	0.804	1		0.008
Ss-22	0.708	1		0.008
Ss-31 (++)	1.711	1		0.008
Ss-31 (-+)	0.819	1		0.008
Ss-12 (豊浦標準砂)	0.384	1		0.008

表 3.9-6 (1)　管周方向に発生する曲げ応力評価結果

（C－C断面杭基礎構造部）

地震動	曲げモーメント (kNm/m)	曲げ応力 σ_c (N/mm^2)	許容限界 σ_a (N/mm^2)	σ_c/σ_a
Ss-D1 (++)	0.973	15	235	0.064
Ss-D1 (+-)	0.395	6		0.026
Ss-D1 (-+)	0.479	8		0.034
Ss-D1 (--)	0.394	6		0.026
Ss-11	0.227	4		0.017
Ss-12	0.241	4		0.017
Ss-13	0.559	9		0.039
Ss-14	0.142	3		0.013
Ss-21	0.535	8		0.034
Ss-22	0.725	11		0.047
Ss-31 (++)	1.891	29		0.124
Ss-31 (-+)	0.386	6		0.026
Ss-D1 (--) (豊浦標準砂)	0.332	5		0.022

表 3.9-6 (2)　管周方向に発生するせん断応力評価結果

（C－C断面杭基礎構造部）

地震動	せん断力 (kN/m)	せん断応力 τ_s (N/mm^2)	許容限界 τ_a (N/mm^2)	τ_s/τ_a
Ss-D1 (++)	6.952	1	135	0.008
Ss-D1 (+-)	2.883	1		0.008
Ss-D1 (-+)	3.325	1		0.008
Ss-D1 (--)	2.881	1		0.008
Ss-11	1.453	1		0.008
Ss-12	1.443	1		0.008
Ss-13	4.229	1		0.008
Ss-14	0.850	1		0.008
Ss-21	3.988	1		0.008
Ss-22	4.424	1		0.008
Ss-31 (++)	12.345	1		0.008
Ss-31 (-+)	2.855	1		0.008
Ss-D1 (--) (豊浦標準砂)	2.509	1		0.008

表 3.9-7 (1)　管周方向に発生する曲げ応力評価結果

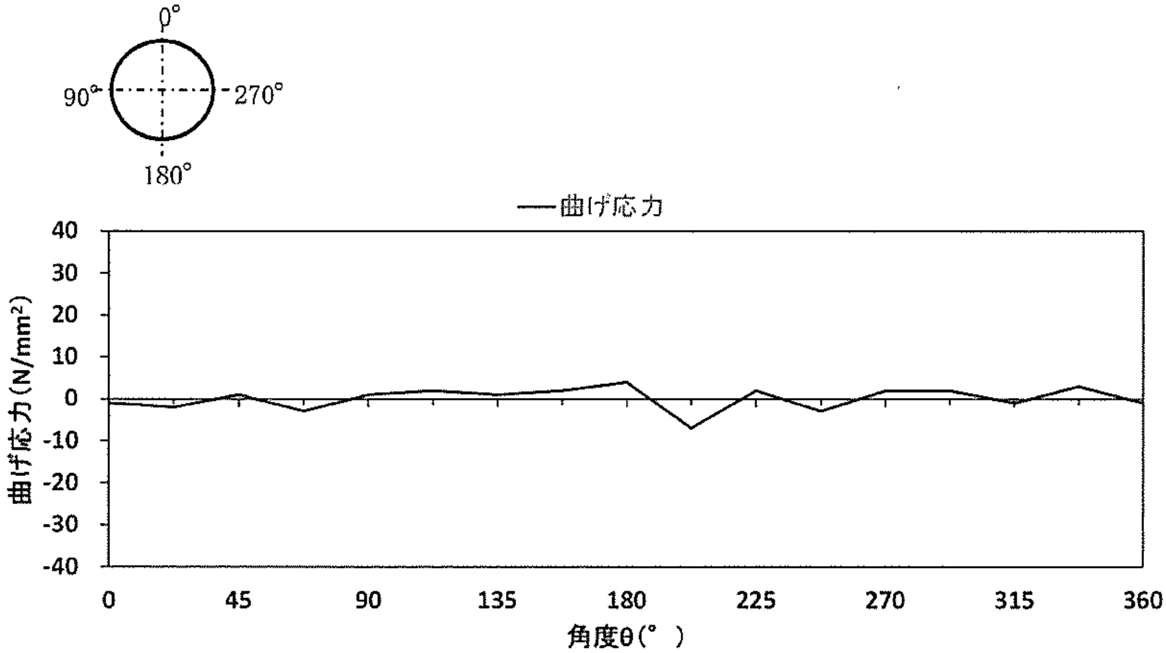
（C－C断面地盤改良体基礎構造部）

地震動	曲げモーメント (kNm/m)	曲げ応力 σ_c (N/mm²)	許容限界 σ_a (N/mm²)	σ_c/σ_a
Ss-D1 (++)	2.182	33	235	0.141
Ss-D1 (+-)	2.121	32		0.137
Ss-D1 (-+)	1.719	26		0.111
Ss-D1 (--)	1.661	25		0.107
Ss-11	0.037	1		0.005
Ss-12	0.063	1		0.005
Ss-13	0.063	1		0.005
Ss-14	0.055	1		0.005
Ss-21	0.162	3		0.013
Ss-22	0.158	3		0.013
Ss-31 (++)	0.125	2		0.009
Ss-31 (-+)	0.173	3		0.013
Ss-D1 (--) (豊浦標準砂)	0.262	4		0.017

表 3.9-7 (2)　管周方向に発生するせん断応力評価結果

（C－C断面地盤改良体基礎構造部）

地震動	せん断力 (kN/m)	せん断応力 τ_s (N/mm²)	許容限界 τ_a (N/mm²)	τ_s/τ_a
Ss-D1 (++)	15.059	2	135	0.015
Ss-D1 (+-)	14.588	2		0.015
Ss-D1 (-+)	11.607	1		0.008
Ss-D1 (--)	11.462	1		0.008
Ss-11	0.121	1		0.008
Ss-12	0.194	1		0.008
Ss-13	0.193	1		0.008
Ss-14	0.172	1		0.008
Ss-21	0.992	1		0.008
Ss-22	0.990	1		0.008
Ss-31 (++)	0.372	1		0.008
Ss-31 (-+)	0.913	1		0.008
Ss-D1 (--) (豊浦標準砂)	1.777	1		0.008



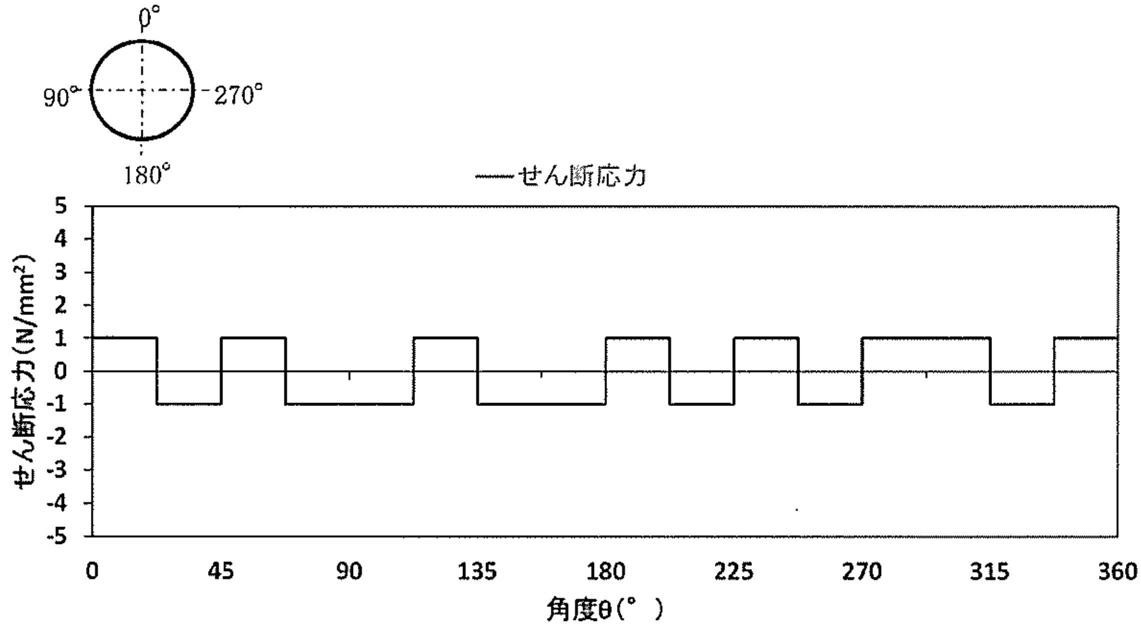
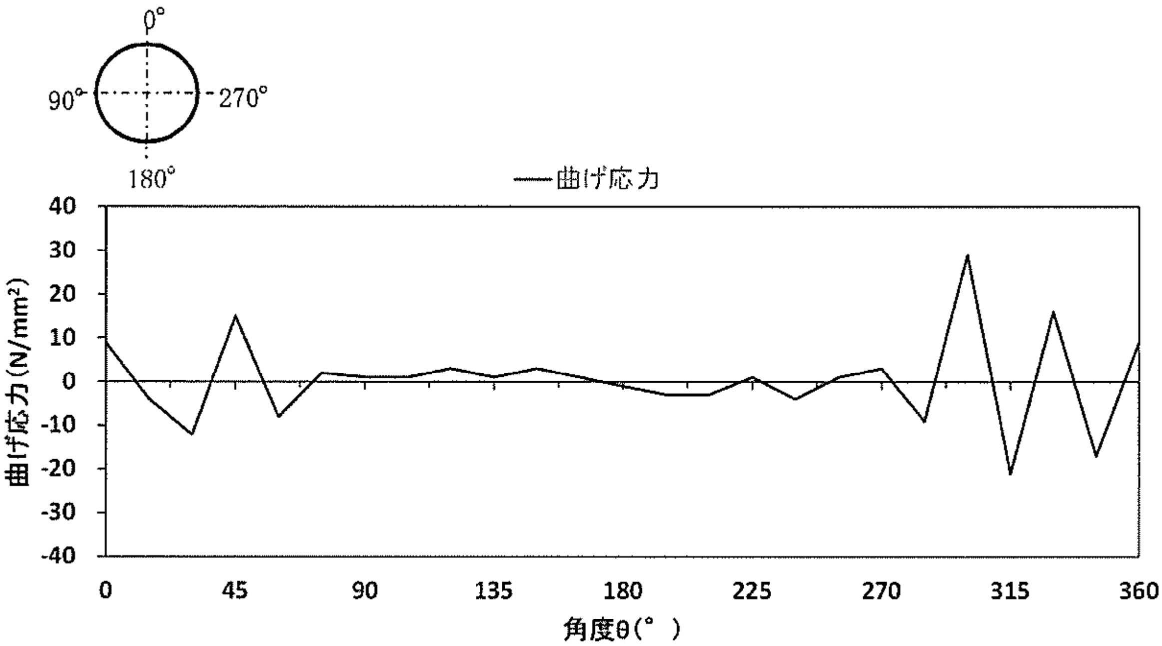


図 3.9-3 管周方向の応力評価結果
（Ｂ－Ｂ断面杭基礎構造部：Ｓｓ－31（++））



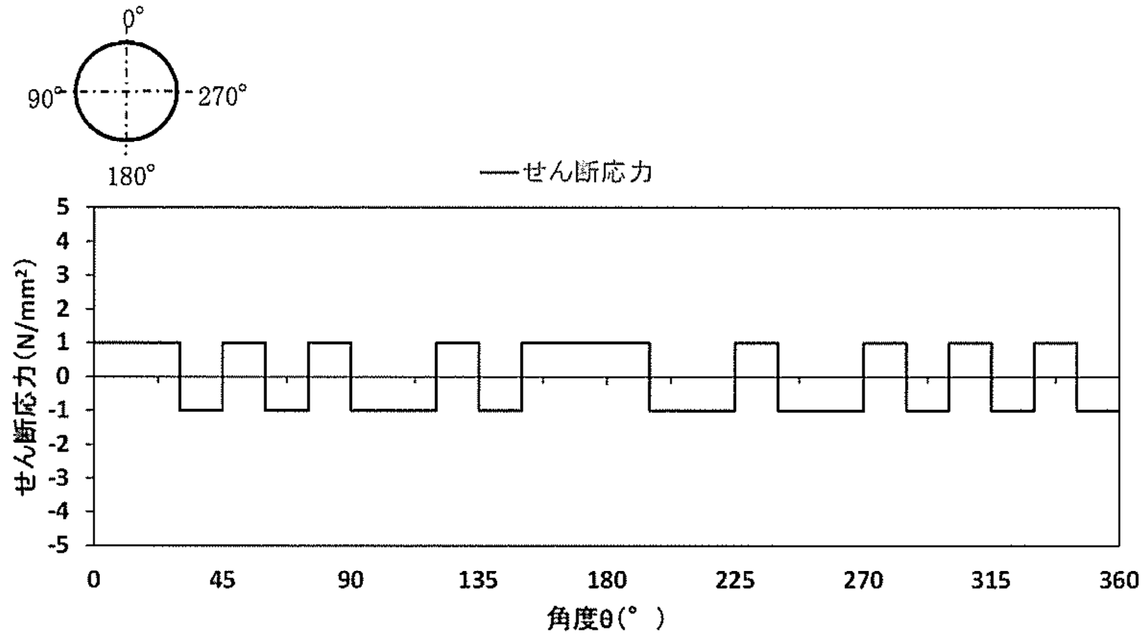
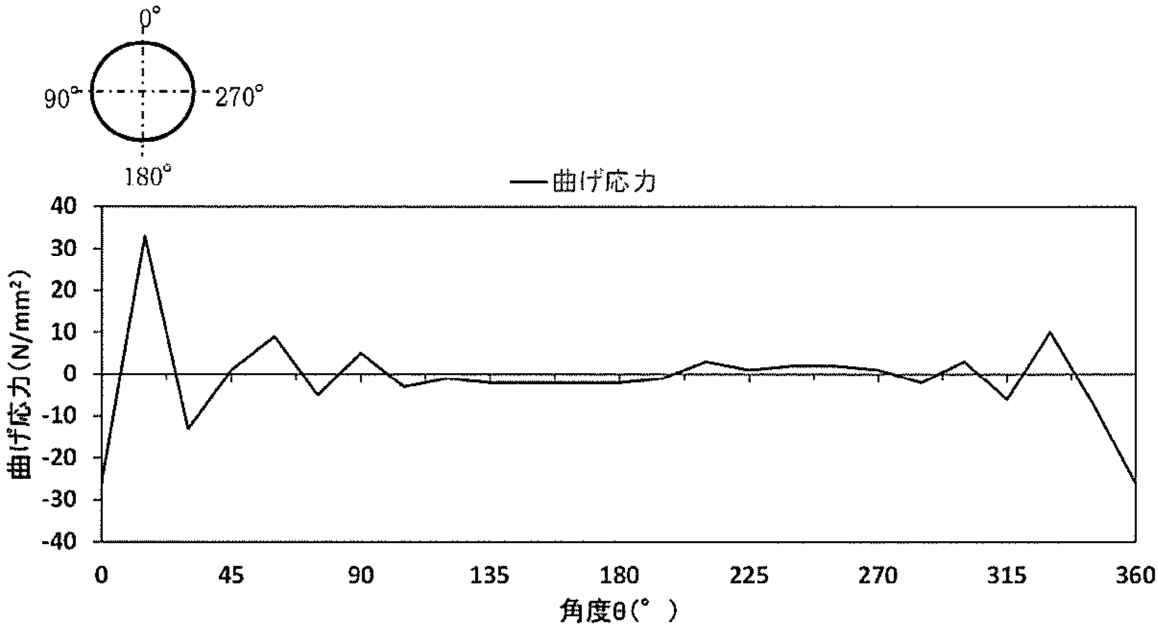


図 3.9-4　管周方向の応力評価結果

（C－C断面杭基礎構造部：Ｓｓ－31（++））



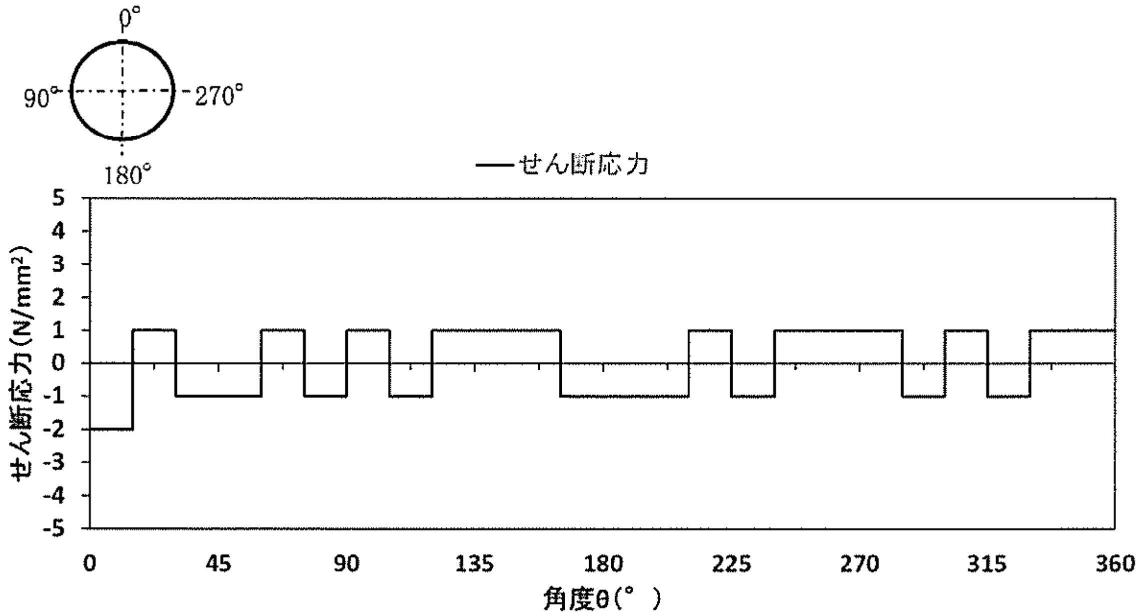
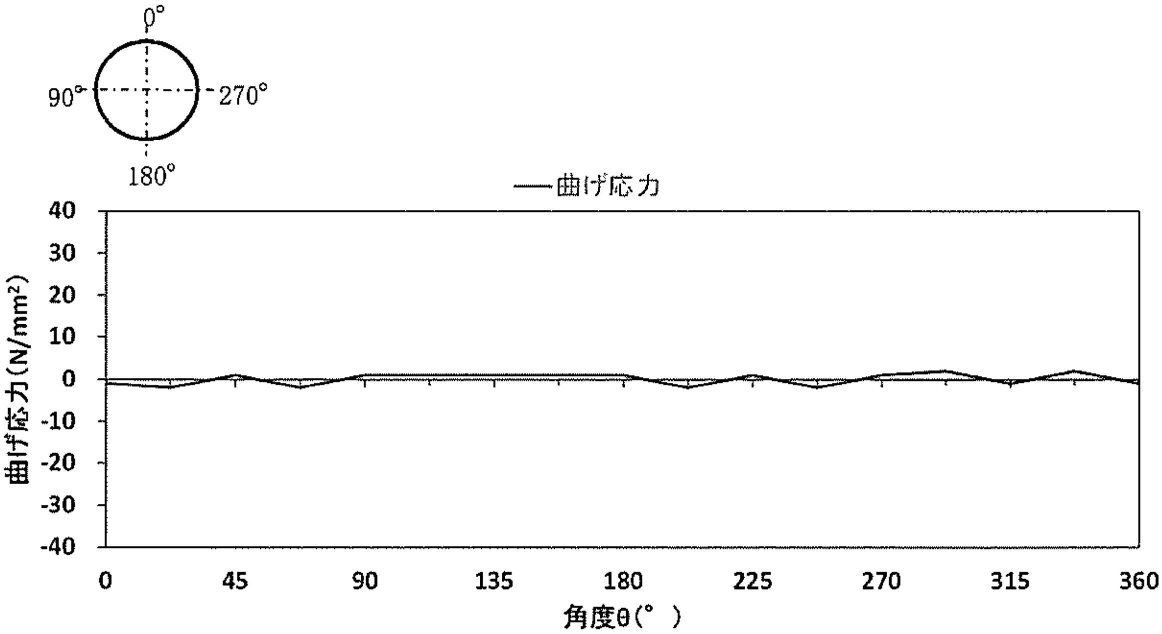


図 3.9-5　管周方向の応力評価結果
（C－C断面地盤改良体基礎構造部：Ｓｓ－Ｄ1（++））



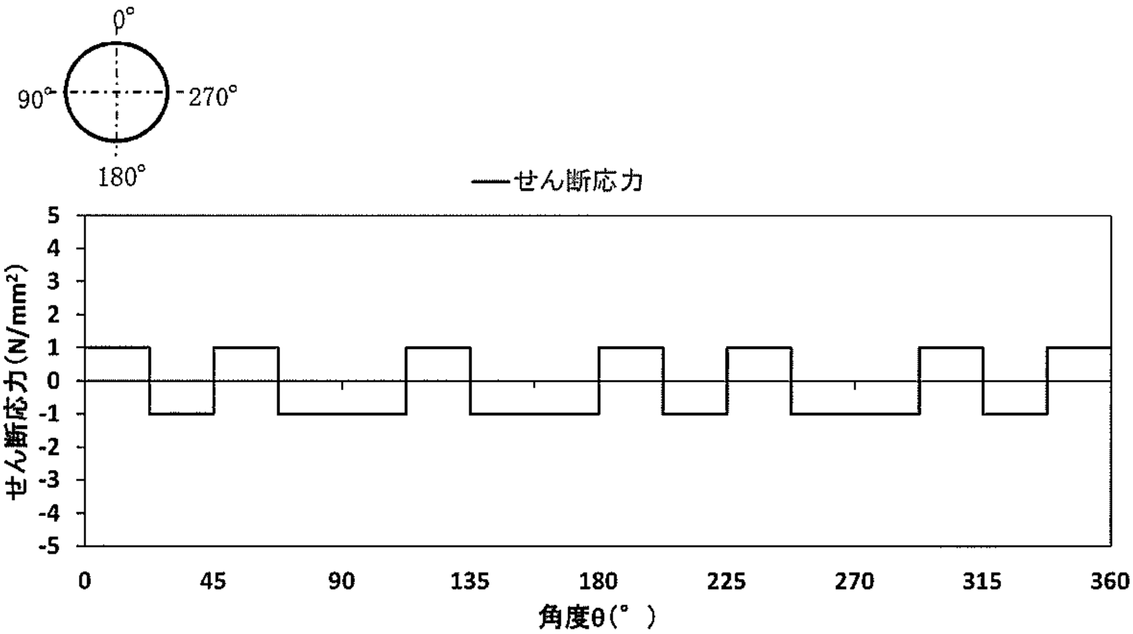
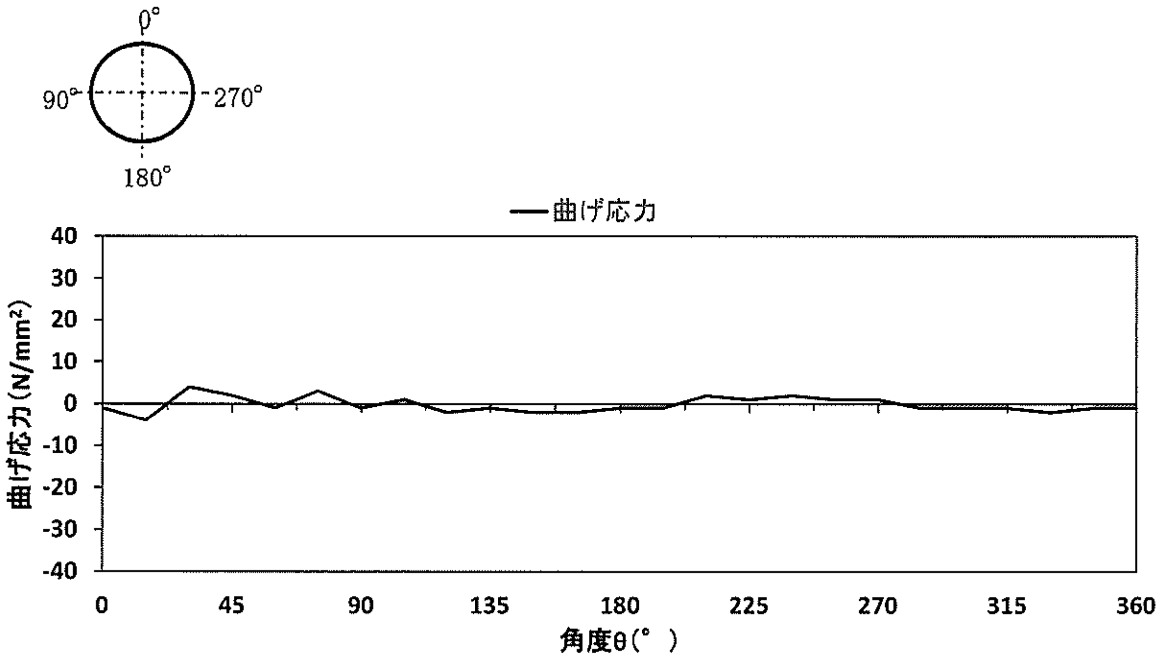


図 3.9-6　管周方向の応力評価結果

（B－B断面杭基礎構造部：Ｓｓ－12）



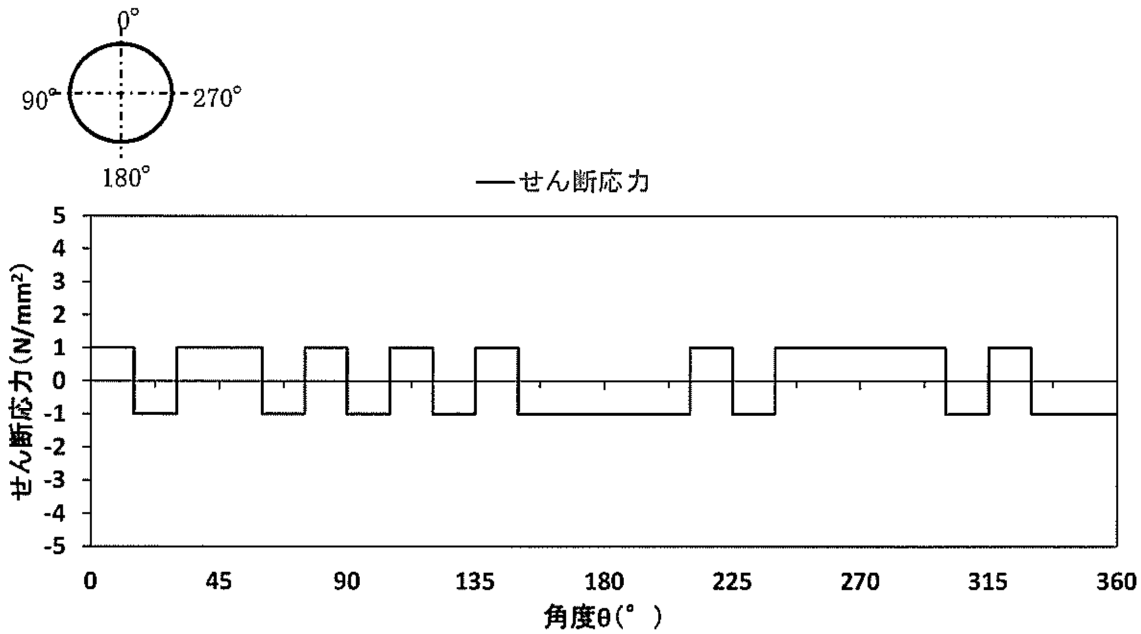


図 3.9-7　管周方向の応力評価結果
（C－C断面地盤改良体基礎構造部：Ｓｓ－Ｄ１（－－））

3.9.6 管軸方向の応力評価

表 3.9-8 に屋外二重管本体に発生する応力評価結果を示す。本評価において，管軸方向の応力が支配的であることから，管軸方向を主体に応力評価に適用する地震動を選定している。これより，管軸方向応力と組み合わせる管周方向の曲げ応力は，3.9.1「地盤ひずみ」に基づき，Ｂ－Ｂ断面杭基礎構造部はＳｓ－12，Ｃ－Ｃ断面地盤改良体基礎構造部はＳｓ－D1（−−）とした。

なお，保守的な条件として管軸方向応力に組み合わせる管周方向応力を，3.9.5「管周方向の応力評価」において最大となる発生応力と組み合わせた場合の評価結果を「参考 3 管軸方向及び管周方向の応力を保守的に組み合わせた場合の評価について」に示す。

表 3.9-8 (1)　管軸方向の応力評価結果
（Ｂ－Ｂ断面杭基礎構造部：Ｓｓ－12）

管周方向	管軸方向		合成応力	許容限界	
曲げ応力 σ_C (N/mm^2)	曲げ応力 σ_L (N/mm^2)	せん断応力 τ_S (N/mm^2)	σ (N/mm^2)	σ_a (N/mm^2)	σ/σ_a
2	78	15	84	235	0.36

表 3.9-8 (2)　管軸方向の応力評価結果
（Ｃ－Ｃ断面地盤改良体基礎構造部：Ｓｓ－D1（−−））

管周方向	管軸方向		合成応力	許容限界	
曲げ応力 σ_C (N/mm^2)	曲げ応力 σ_L (N/mm^2)	せん断応力 τ_S (N/mm^2)	σ (N/mm^2)	σ_a (N/mm^2)	σ/σ_a
4	94	6	97	235	0.42

3.10　まとめ

非常時に残留熱除去海水系（RHRS）配管及びディーゼル発電機海水系（DGSW）配管における間接支持機能を求められる土木構造物である，屋外二重管本体について基準地震動Ｓｓによる地震力に対し，構造部材の曲げ応力及びせん断応力が許容限界を下回ることを確認した。

以上のことから，屋外二重管本体は，基準地震動Ｓｓによる地震力に対して，間接支持機能を維持できる。

屋外二重管本体の耐震安全性評価に関する参考資料

目　次

頁

1.　可とう管の耐震性について…………………………………　（参考）1-1

2.　杭基礎構造部に適用する地盤条件の妥当性について………………　（参考）2-1

3.　管軸方向及び管周方向の応力を保守的に
組み合わせた場合の評価について………………　（参考）3-1

1.　可とう管の耐震性について

1.1　概要

屋外二重管本体における管軸方向の応力解析では，可とう管を剛性が小さいはり要素としてモデル化している。ここでは，屋外二重管本体に設置される可とう管が変位を十分に吸収可能か評価する。

1.2　評価方針

屋外二重管の管軸方向の応力解析にて，可とう管設置位置にて生じる伸縮量及び偏心量が，可とう管の許容値以下であることを確認する。また，可とう管の変位吸収能力の観点では，入力する地盤変位量（地盤ひずみ）が大きい方が厳しい結果となるため，Ｂ－Ｂ断面杭基礎構造部の地盤条件を対象とする。

1.3　評価条件

1.3.1　評価対象

評価対象とする可とう管は，耐震設計上，軸方向の地盤変位を考慮する屋外二重管本体に設置される。評価対象とする可とう管を図 1.3-1，可とう管の概略を図 1.3-2 に示す。

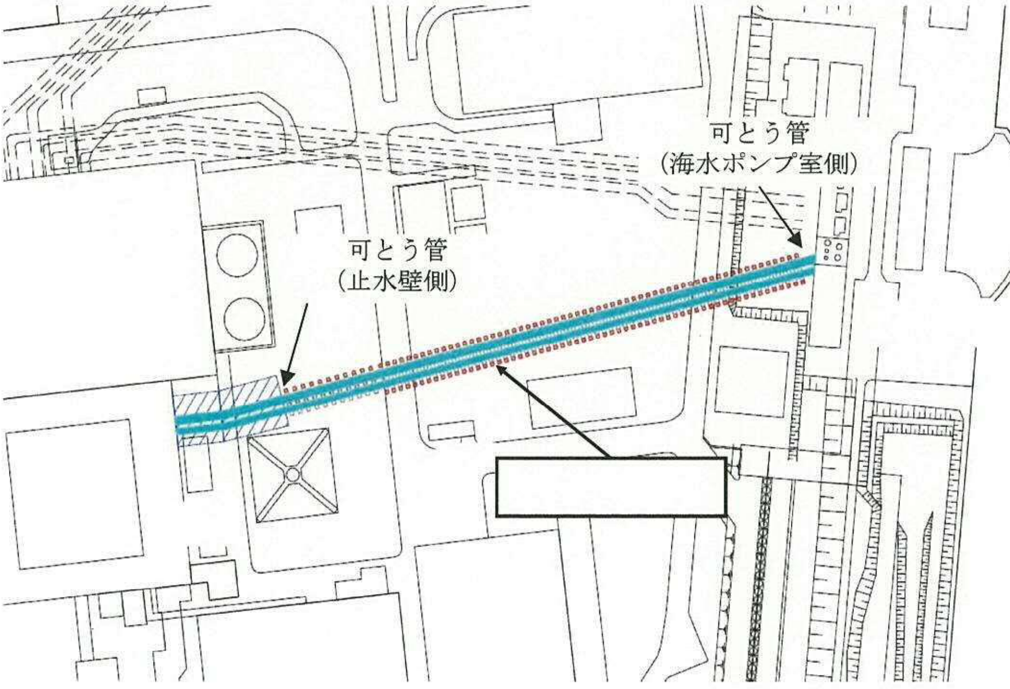


図 1.3-1　検討対象とする可とう管位置図

図 1.3-2　可とう管の概略図

1.3.2　可とう管部の伸縮量及び偏心量

図 1.3-3 に応答変位法の結果を用いた可とう管の変位量の算定方法を示す。

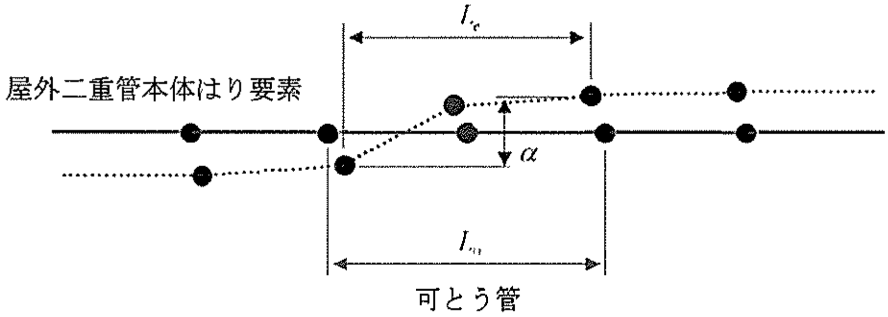
伸縮量$\delta = L_o - L_e$

偏心量$\varepsilon = \alpha$

L_0　：初期の可とう管面間寸法（mm）

L_e　：地震時の可とう管面間寸法（mm）

α　：地震時の偏心量（mm）



実線：初期のはり要素

破線：地震時のはり要素

（屋外二重管本体の管軸方向の応力解析モデル）

図 1.3-3　管軸方向の応答変位法の結果を用いた変位量の算定方法

1.3.3　可とう管の許容値

可とう管の伸縮量及び偏心量の許容値を表 1.3-1 に示す。

表 1.3-1　可とう管の伸縮量及び偏心量の許容値

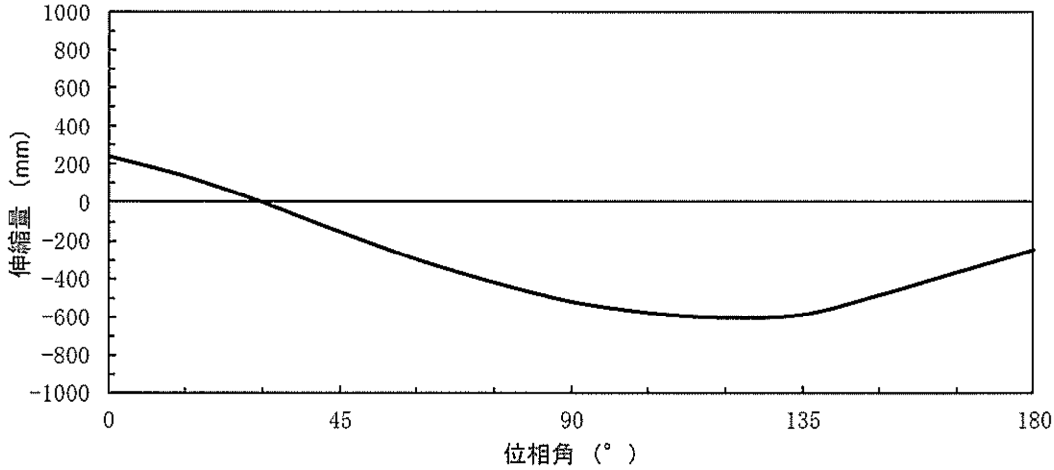
	伸縮量	偏心量
許容値(mm)	±800 *	1000

* 初期の可とう管面間寸法に対して、面間が延伸する方向を＋,
  短縮する方向を−とする。

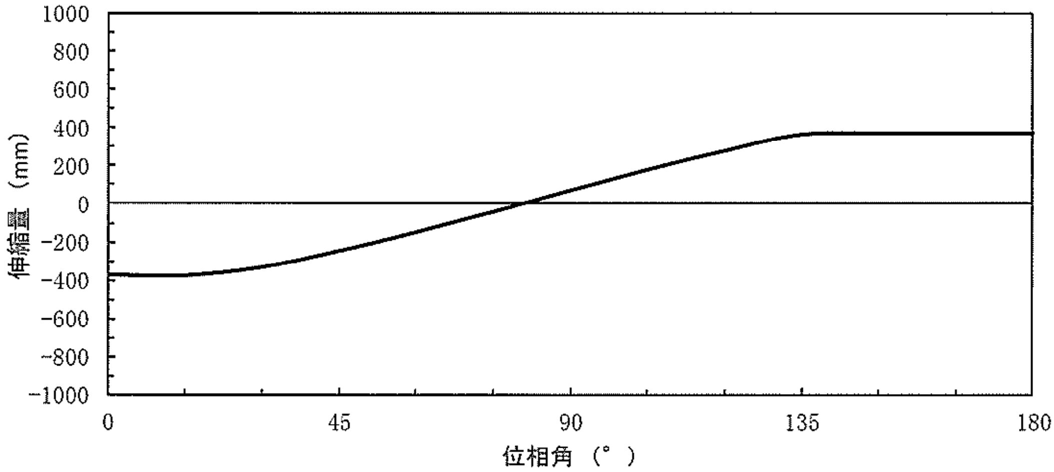
1.4　評価結果

1.4.1　伸縮量

図 1.4-1 に海水ポンプ室側及び止水壁側にて生じる伸縮量を示す。本図は，縦軸に伸縮量，横軸に入力変位の位相をとったものである。



止水壁側伸縮量

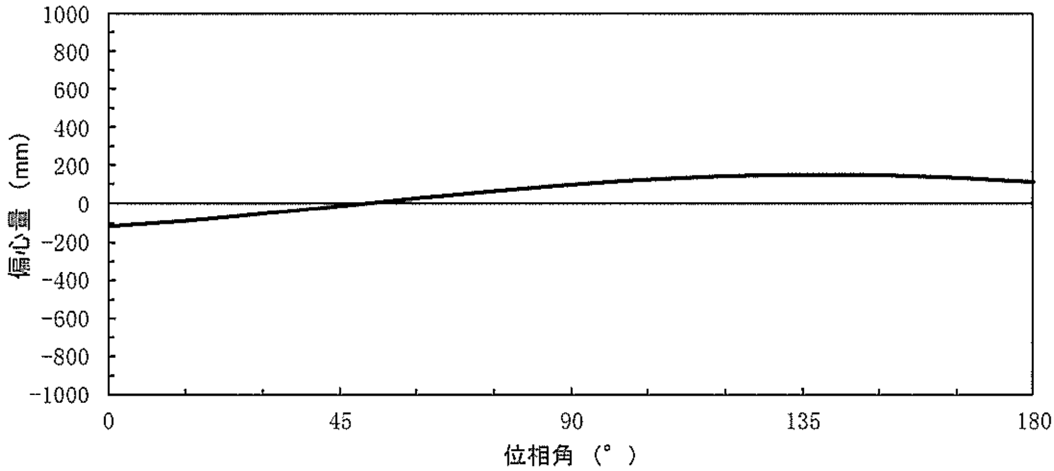


海水ポンプ室側伸縮量

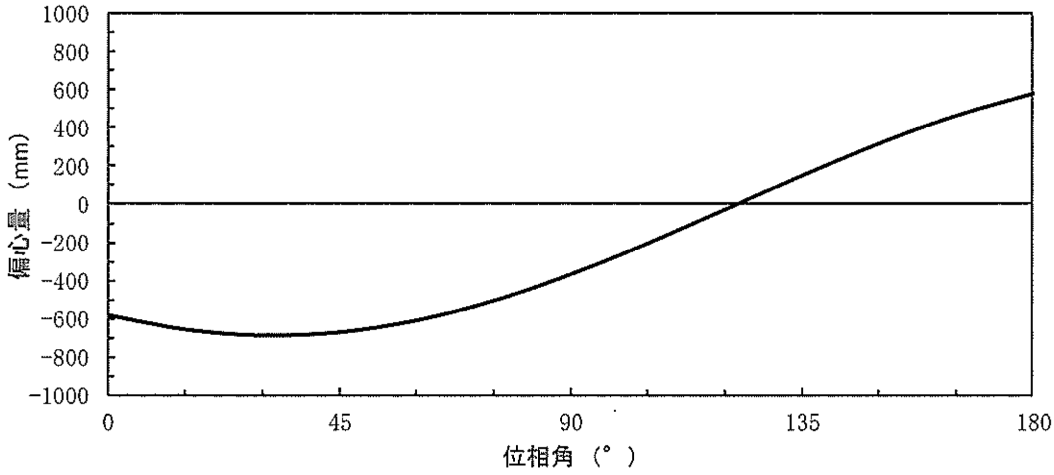
図 1.4-1　可とう管の伸縮量

1.4.2　偏心量

図 1.4-2 に海水ポンプ室側及び止水壁側にて生じる偏心量を示す。本図は，縦軸に偏心量，横軸に入力変位の位相をとったものである。



止水壁側偏心量

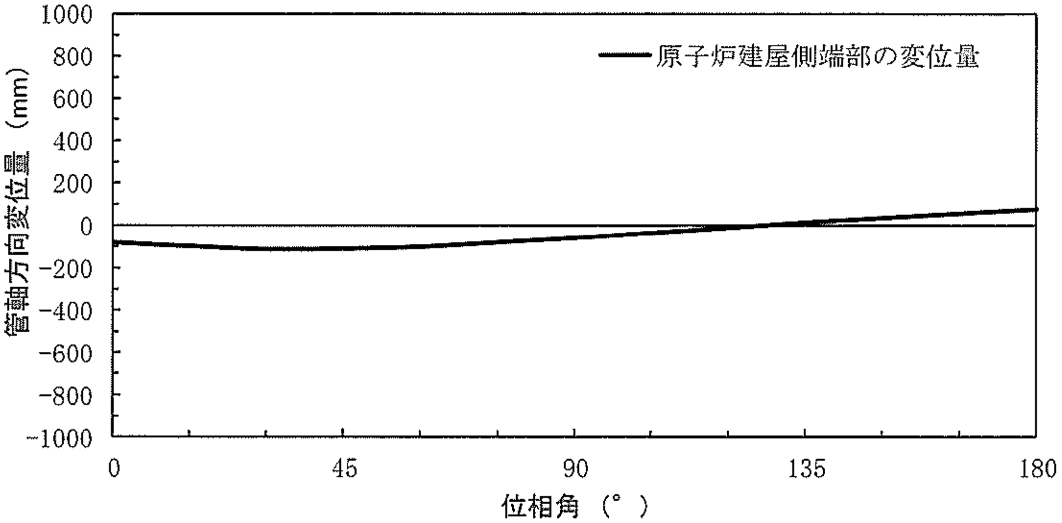


海水ポンプ室側偏心量

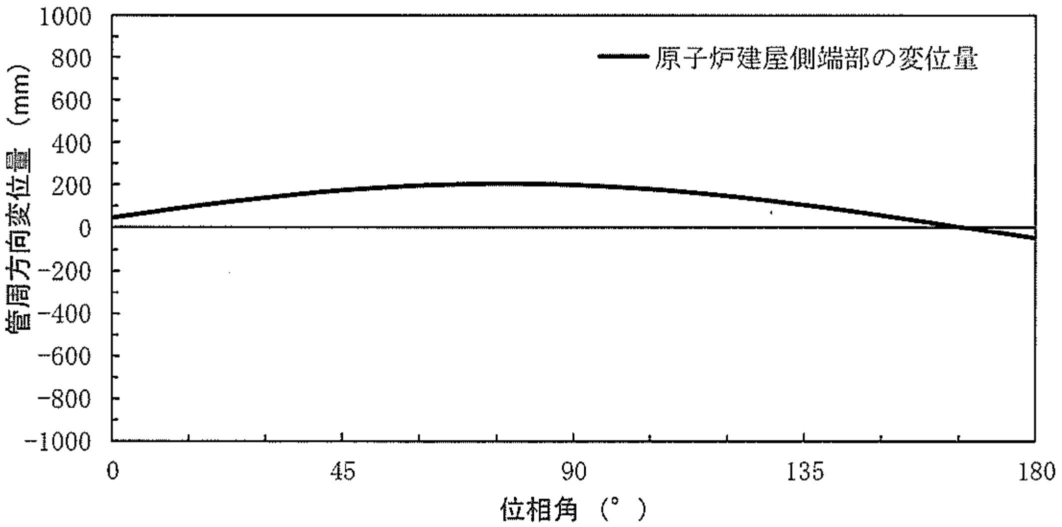
図 1.4-2　可とう管の偏心量

1.4.3　原子炉建屋側端部

図 1.4-3 に原子炉建屋側端部における伸縮量及び偏心量を示す。本図は，縦軸に伸縮量及び偏心量，横軸に入力変位の位相をとったものである。



原子炉建屋端部における管軸方向変位量



原子炉建屋端部における管周方向変位量

図 1.4-3　原子炉建屋側端部における伸縮量及び偏心量

1.4.4　まとめ

表 1.4-1 に，可とう管の伸縮量及び偏心量に対する評価結果を示す。同表より，屋外二重管本体に生じる伸縮量及び偏心量は，可とう管にて十分吸収できることを確認した。また，表 1.4-2 に原子炉建屋側端部における伸縮量及び偏心量の最大発生値を示す。なお，原子炉建屋側端部においては，既設可とう管を撤去し，面間距離約 1.5 m となることから，最大変位が約 0.2 m 生じても衝突等の影響がないことを確認した。

表 1.4-1　伸縮量及び偏心量に対する評価結果

	屋外二重管本体	①最大発生値 (mm)	②許容限界 (mm)	①／②
伸縮量	止水壁側	-604*1	±800	0.76
	海水ポンプ室側	-377*1		0.48
偏心量	止水壁側	156	1000	0.16
	海水ポンプ室側	684		0.69

＊1　初期値から延伸する方向を＋，短縮する方向を-としている。

表 1.4-2　原子炉建屋側端部における変位量

	最大発生値 (mm)
管軸方向	-113*1
管周方向	210

＊1　初期値から延伸する方向を＋，短縮する方向を-としている。

2.　杭基礎構造部に適用する地盤条件の妥当性について

2.1　概要

3.9.1「地盤ひずみ」において述べた杭基礎構造部すべてをＢ－Ｂ断面杭基礎構造部で代表させることの妥当性を検討した。

2.2　評価方針

杭基礎構造部について，Ｂ－Ｂ断面とＣ－Ｃ断面を比較すると，Ｂ－Ｂ断面の地盤ひずみの方が大きく，また，海水ポンプ室から止水壁近傍までの大部分はＢ－Ｂ断面であるため杭基礎構造部の地盤条件を代表とすることは妥当であると考えられる。

一方で，屋外二重管本体に加わる荷重の観点では，必ずしも地盤ひずみが大きい方が厳しい評価結果となるとは限らないことから，Ｃ－Ｃ断面杭基礎構造部の地盤条件を適用した場合においても屋外二重管本体に発生する応力が短期許容応力度以下となることを確認する。

2.3　評価条件

評価に用いるＣ－Ｃ断面杭基礎構造部の地盤反力係数及び地盤反力係数の上限値を表 2.3-1 に示す。また，最大応答変位 U_0 と波長Ｌは表 3.9-2 (2)「地盤の最大ひずみ（Ｃ－Ｃ断面杭基礎構造物)」記載の「Ｓｓ－Ｄ1 (--) (豊浦標準砂)」の値を用い、解析モデルは図 3.7-10「屋外二重管本体の解析モデル図」と同様とした。なお，入力地震動の位相ピッチは 45° とした。

表 2.3-1　Ｃ－Ｃ断面杭基礎構造部の応力解析に用いる
地盤反力係数及び地盤反力係数の上限値

基準地震動	地盤反力係数 (kN/m³)	地盤反力係数の上限値：τ_f (kN/m²)
Ｓｓ－Ｄ1 (--)	1.004×10^{2}	1.501×10^{-1}

2.4　評価結果

Ｃ－Ｃ断面杭基礎構造部の地盤条件とした場合に屋外二重管本体に発生する応力を図 2.4-1 及び表 2.4-1 に、可とう管部の伸縮量と偏心量を図 2.4-2 及び表 2.4-2 に示す。

Ｂ－Ｂ断面杭基礎構造部の評価結果と比べて応力値は同じ結果となった。また，伸縮量及び偏心量の評価結果において，止水壁側の偏心量のみＣ－Ｃ断面杭基礎構造部のほうが大きな結果となったが，止水壁側及び海水ポンプ室側を含めた伸縮量及び偏心量の最大値は，Ｂ－Ｂ断面杭基礎構造部のほうがＣ－Ｃ断面杭基礎構造部の 2 倍程度となっている。

以上のとおり一部評価結果においてＣ - Ｃ断面杭基礎構造部のほうが厳しい結果になっているものの，総合的にはＢ－Ｂ断面杭基礎構造部の評価結果が厳しい結果になっており，Ｂ－Ｂ断面杭基礎構造部で代表できることが確認できた。

表 2.4-1 管軸方向の応力解析結果（C－C断面杭基礎構造部：Ｓｓ－D1（－－））

管周方向	管軸方向		合成応力 σ (N/mm^2)	許容限界 σ_a (N/mm^2)	σ/σ_a
曲げ応力 σ_C (N/mm^2)	曲げ応力 σ_L (N/mm^2)	せん断応力 τ_S (N/mm^2)			
5	81	3	84	235	0.36

表 2.4-2 伸縮量及び偏心量に対する評価結果（C－C断面杭基礎構造部：Ｓｓ－D1（－－））

	屋外二重管本体	①最大発生値 (mm)	②許容限界 (mm)	①／②
伸縮量	止水壁側	+108	±800	0.14
	海水ポンプ室側	+39		0.05
偏心量	止水壁側	229	1000	0.23
	海水ポンプ室側	353		0.36

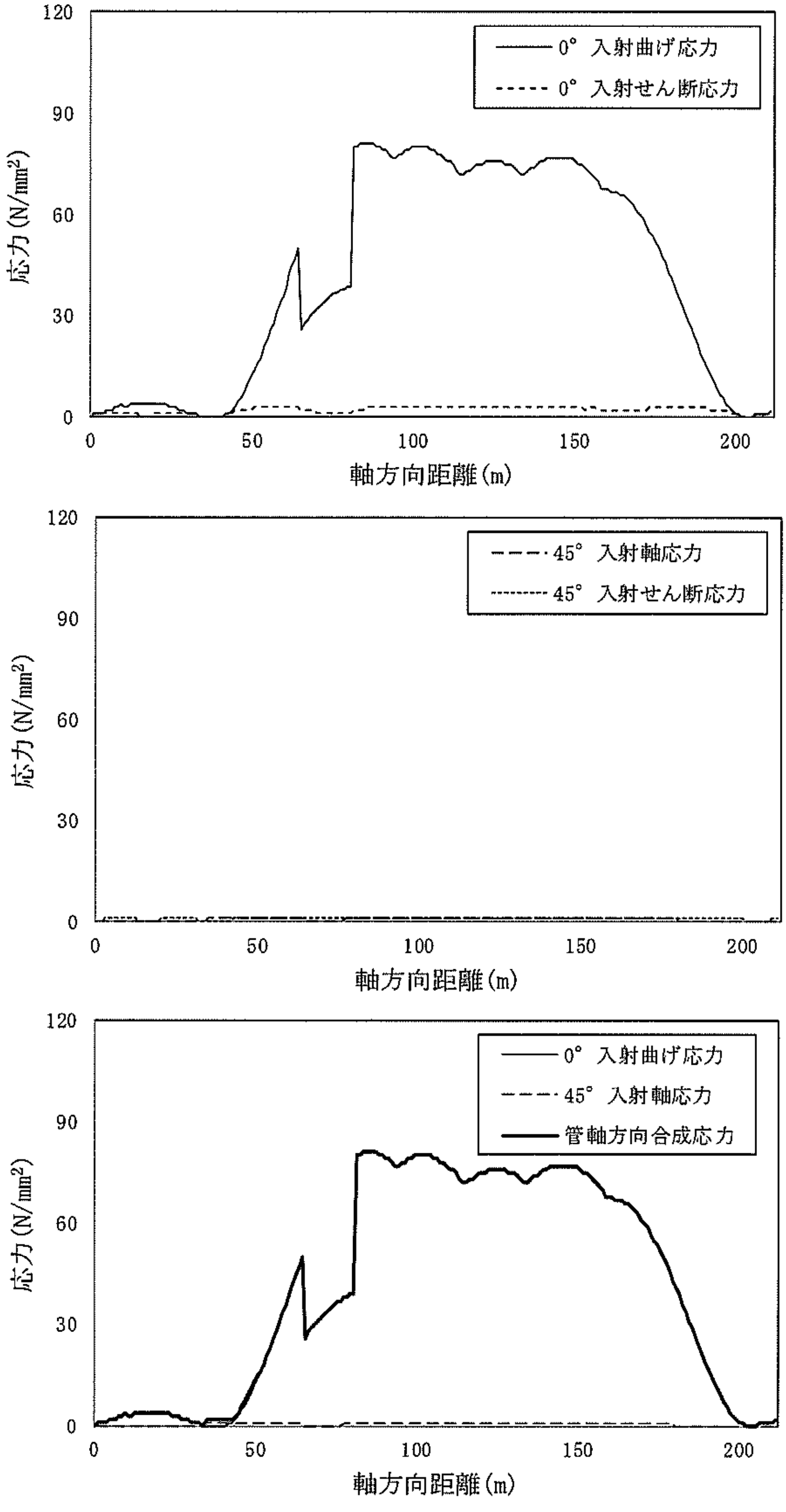
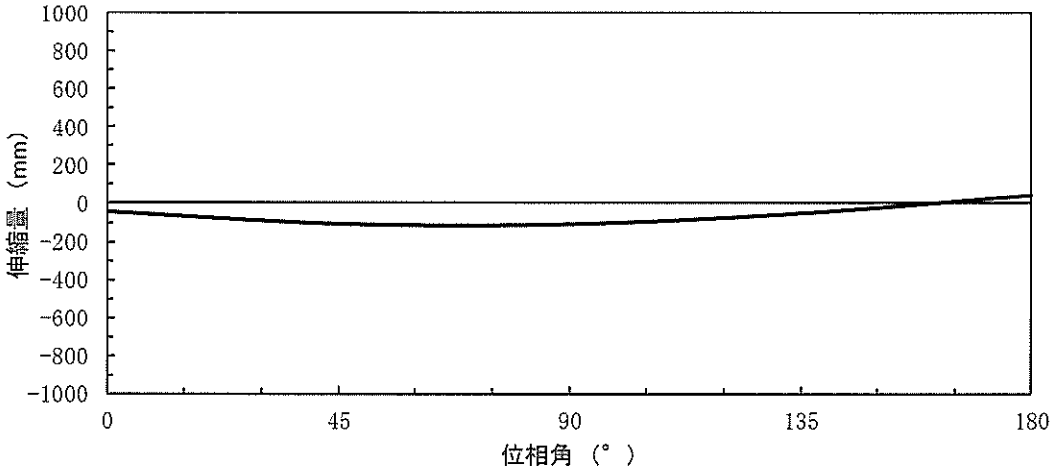
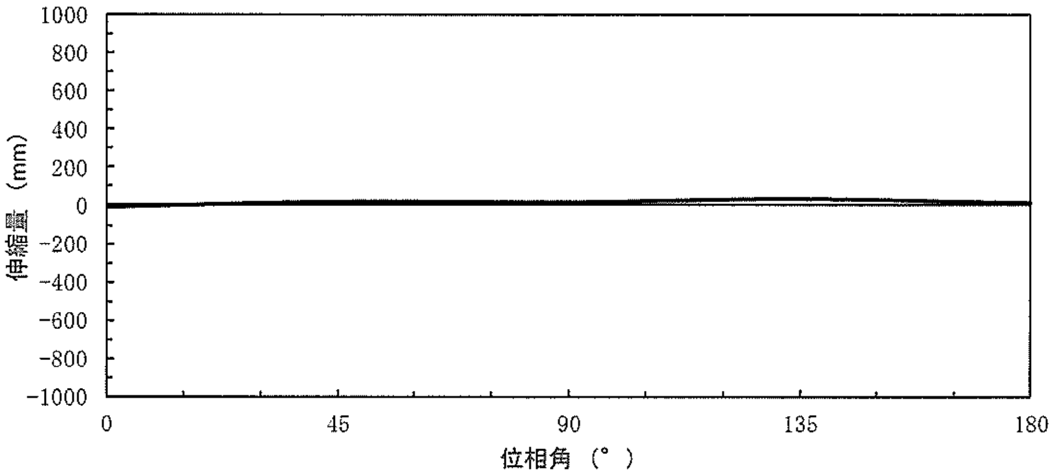


図 2.4-1 管軸方向の応力解析結果（C－C断面杭基礎構造部：Ｓｓ－D1（−−））

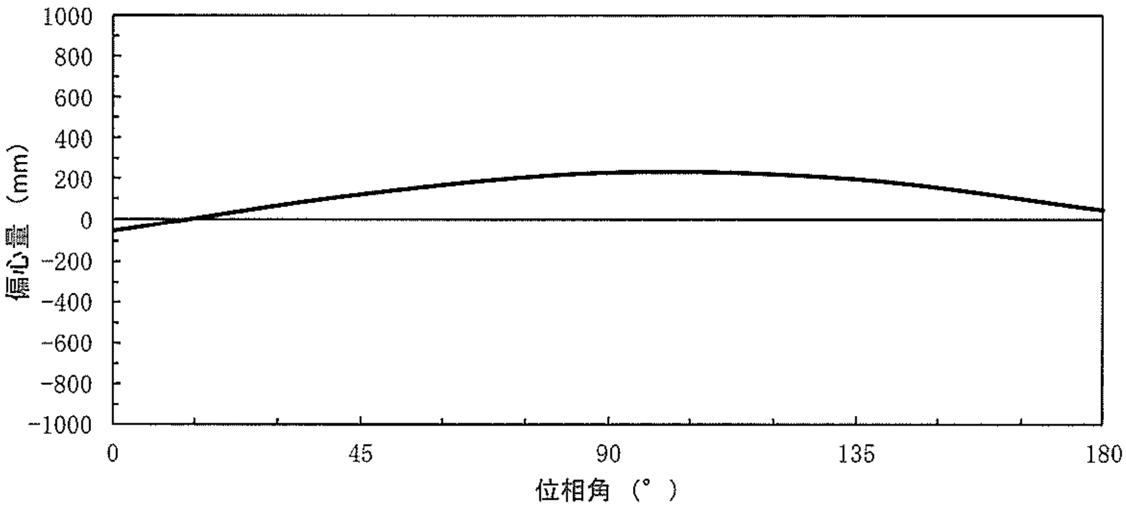


止水壁側伸縮量

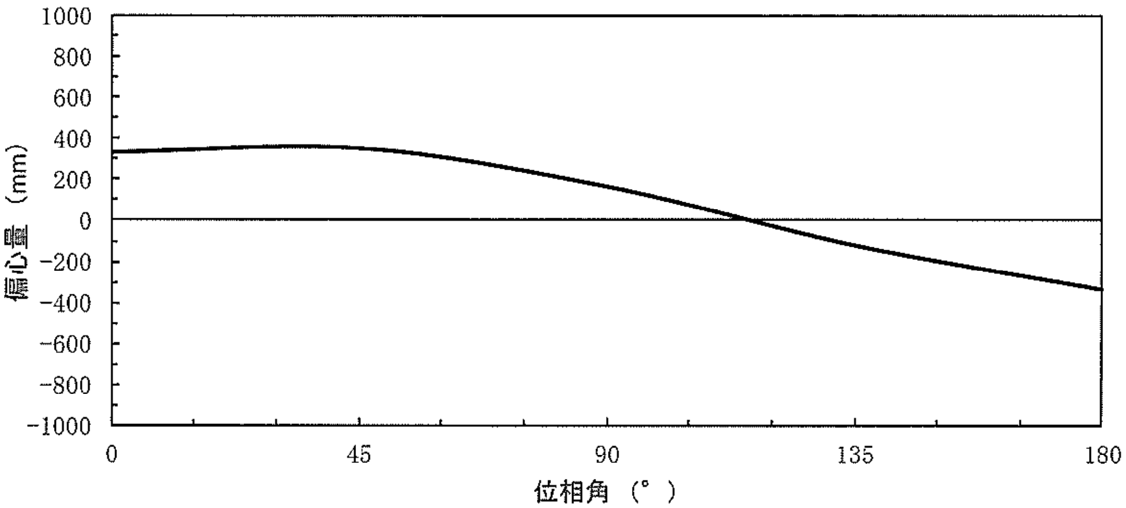


海水ポンプ室側伸縮量

図 2.4-2 (1)　可とう管の伸縮量と偏心量（C－C断面杭基礎構造部：Ｓｓ－D1 (—)）



止水壁側偏心量



海水ポンプ室側偏心量

図 2.4-2 (2)　可とう管の伸縮量と偏心量（C－C断面杭基礎構造部：Ｓｓ－D1（－－））

2.5　まとめ

表 2.4-1 に示すとおり，合成応力はＢ－Ｂ断面杭基礎構造部の評価結果と比べて応力値は同じ結果となり，許容限界に対しては十分な裕度があることを確認した。また，表 2.4-2 に示すとおり，止水壁側の偏心量のみＣ－Ｃ断面杭基礎構造部のほうが大きな結果となったが，止水壁側及び海水ポンプ室側を含めた伸縮量及び偏心量の最大値は，Ｂ－Ｂ断面杭基礎構造部のほうが大きくなる。従って，海水ポンプ室から止水壁近傍までの地盤条件をＢ－Ｂ断面杭基礎構造部の地盤条件で代表することは妥当であると考える。

3.　管軸方向及び管周方向の応力を保守的に組み合わせた場合の評価について

3.1　概要及び評価結果

管軸方向の応力評価において，管軸方向応力と組み合わせる管周方向の応力は，3.9.1「地盤ひずみ」に基づき，Ｂ－Ｂ断面杭基礎構造部はＳｓ－12，Ｃ－Ｃ断面地盤改良体基礎構造部はＳｓ－D1（－－）として評価を行った。一方で，3.9.5「管周方向の応力評価」に示すようにＢ－Ｂ断面杭基礎構造部においてはＳｓ－31（++），Ｃ－Ｃ断面地盤改良体基礎構造部においてはＳｓ－D1（++）が最大となる。

従って，本項では保守的な条件として，管軸方向応力に組み合わせる管周方向の応力を，Ｂ－Ｂ断面杭基礎構造部においてはＳｓ－31（++），Ｃ－Ｃ断面地盤改良体基礎構造部においてはＳｓ－D1（++）を組み合わせた場合の評価を行った。

表 3.1-1 の評価結果に示すように保守的な組み合わせにおいても，合成応力が許容限界以下となることを確認した。

表 3.1-1（1）　管軸方向の応力評価結果

（Ｂ－Ｂ断面杭基礎構造部　管軸方向：Ｓｓ－12，管周方向：Ｓｓ－31（++））

管周方向	管軸方向		合成応力	許容限界	
曲げ応力 σ_C (N/mm^2)	曲げ応力 σ_L (N/mm^2)	せん断応力 τ_S (N/mm^2)	σ (N/mm^2)	σ_a (N/mm^2)	σ/σ_a
7	78	15	86	235	0.37

表 3.1-1（2）　管軸方向の応力評価結果

（Ｃ－Ｃ断面地盤改良体基礎構造部　管軸方向：Ｓｓ－D1（－－），管周方向：Ｓｓ－D1（++））

管周方向	管軸方向		合成応力	許容限界	
曲げ応力 σ_C (N/mm^2)	曲げ応力 σ_L (N/mm^2)	せん断応力 τ_S (N/mm^2)	σ (N/mm^2)	σ_a (N/mm^2)	σ/σ_a
33	94	6	115	235	0.49

4. 屋外二重管本体の可とう管のモデル化について

4.1 概要

本資料は可とう管を含む配管系のモデル化手法と東海第二発電所の屋外二重管本体の可とう管（クローザージョイント）のモデル化手法の関係を示す。

4.2 可とう管を含む配管系のモデル化手法

可とう管（フレキシブルジョイント，クローザージョイントなど）を含む配管系のモデル化には，以下の手法が用いられている。

・手法１：可とう管はモデル化せずに，別々のモデルで解析する。

・手法２：可とう管の剛性を配管本体より十分小さくし，一体モデルで解析する。

可とう管は，地震時の建屋間の相対変位を吸収するために，その剛性は配管本体の剛性に比べて十分小さいため，手法１では可とう管による荷重の伝達は有意な影響を与えない。手法２では，可とう管の剛性を配管本体より十分小さく設定し，可とう管を含むモデルとするものである。

4.3 東海第二発電所屋外二重管本体の可とう管（クローザージョイント）のモデル化

屋外二重管本体のモデル化においては，前述の手法２によりクローザージョイントを含めて，原子炉建屋側から海水ポンプ室までの屋外二重管全体を１つのモデルとし，位相を変化させた正弦波を入力地震動として，応答を算定している。

可とう管のヤング係数は表 4.1-1 に示すとおり屋外二重管本体の剛性に比べて，十分小さい値に設定し，当該部の地震時の変位量（伸縮及び偏心）を適切に算定できるモデルとしている。

表 4.1-1　屋外二重管本体とクローザージョイント部のヤング係数

	ヤング係数（MPa）	備考
屋外二重管本体	205,000	管本体の剛性に比べ十分小さい（10ＭＰa/205,000MPa≒０）
クローザージョイント部	10	