



図 5.1-12 (10) 断面①の過剰間隙水圧比分布 ($S_s - 2 2$)

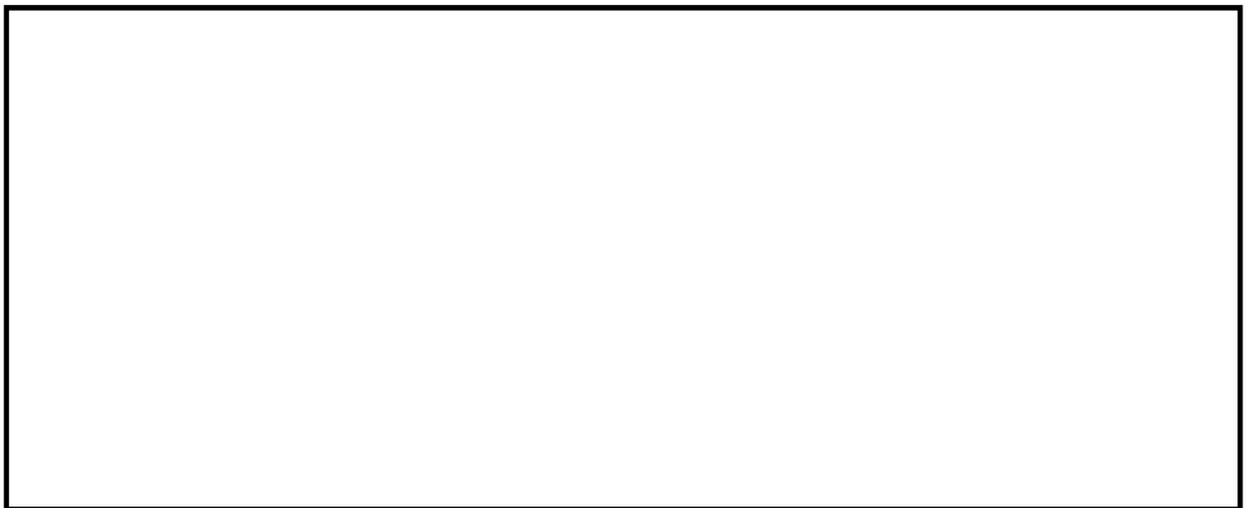


図 5.1-12 (11) 断面①の過剰間隙水圧比分布 ($S_s - 3 1 (H+, V+)$)



図 5.1-12 (12) 断面①の過剰間隙水圧比分布 ($S_s - 3 1 (H-, V+)$)

・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

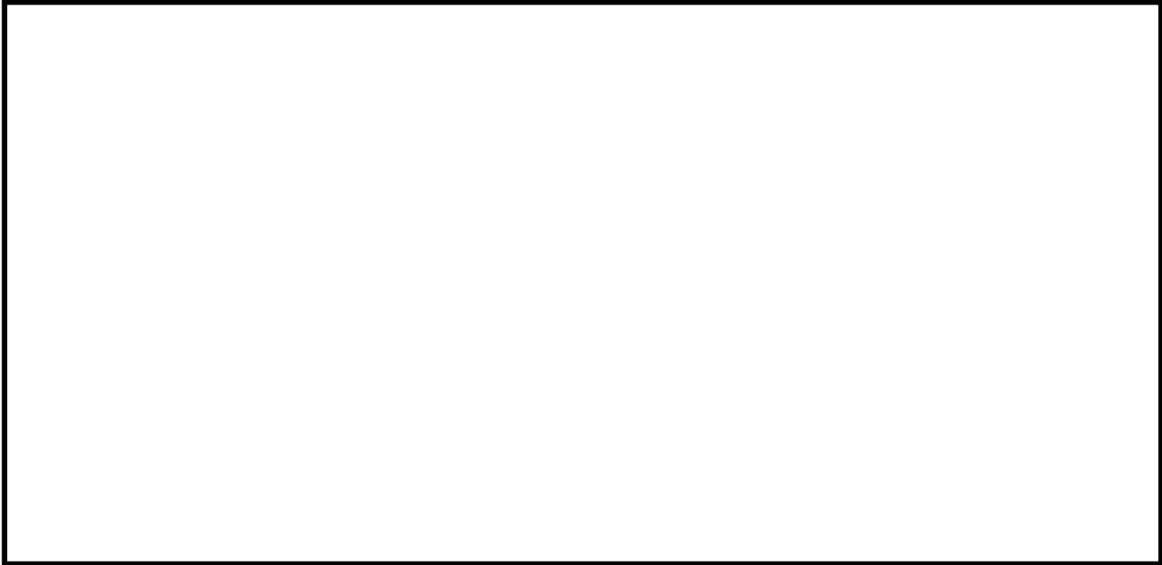


図 5.1-12 (13) 断面①の過剰間隙水圧比分布 ($S_s - 31$ (H-, V+))

・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 5.1-12 (14) 断面①の過剰間隙水圧比分布 ($S_s - 31$ (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 5.1-12 (15) 断面①の過剰間隙水圧比分布 ($S_s - 31$ (H-, V+))

b. 断面②

- ・ 検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース



図 5.1-13 (1) 断面②の過剰間隙水圧比分布 ($S_s - D 1 (H+, V+)$)



図 5.1-13 (2) 断面②の過剰間隙水圧比分布 ($S_s - D 1 (H+, V-)$)



図 5.1-13 (3) 断面②の過剰間隙水圧比分布 ($S_s - D 1 (H-, V+)$)

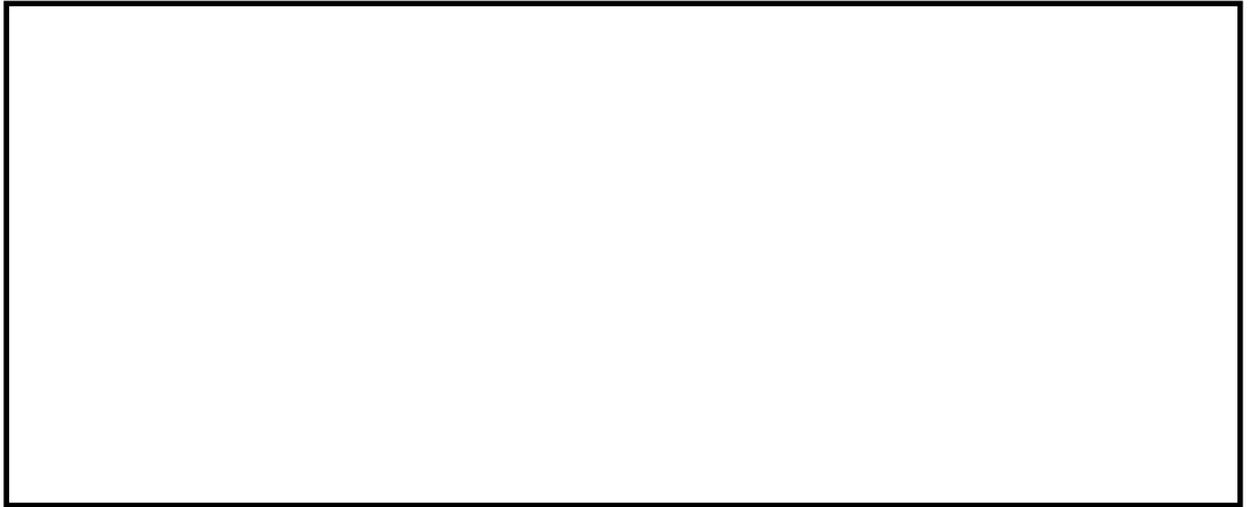


図 5.1-13 (4) 断面②の過剰間隙水圧比分布 ($S_s - D 1 (H-, V-)$)

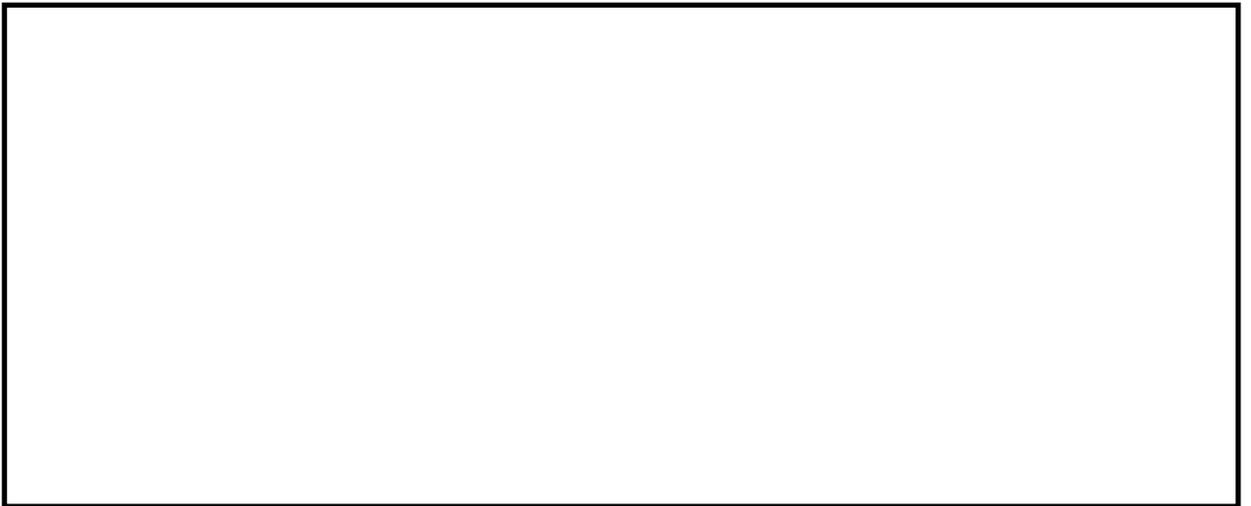


図 5.1-13 (5) 断面②の過剰間隙水圧比分布 ($S_s - 1 1$)



図 5.1-13 (6) 断面②の過剰間隙水圧比分布 ($S_s - 1 2$)



図 5.1-13 (7) 断面②の過剰間隙水圧比分布 ($S_s - 13$)



図 5.1-13 (8) 断面②の過剰間隙水圧比分布 ($S_s - 14$)



図 5.1-13 (9) 断面②の過剰間隙水圧比分布 ($S_s - 21$)

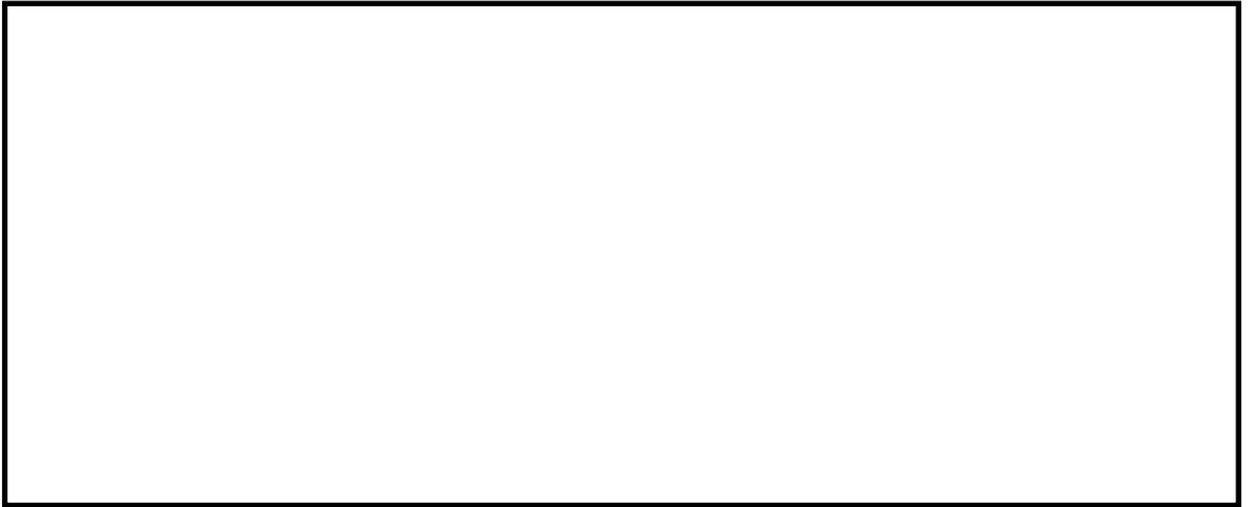


図 5.1-13 (10) 断面②の過剰間隙水圧比分布 ($S_s - 2 2$)

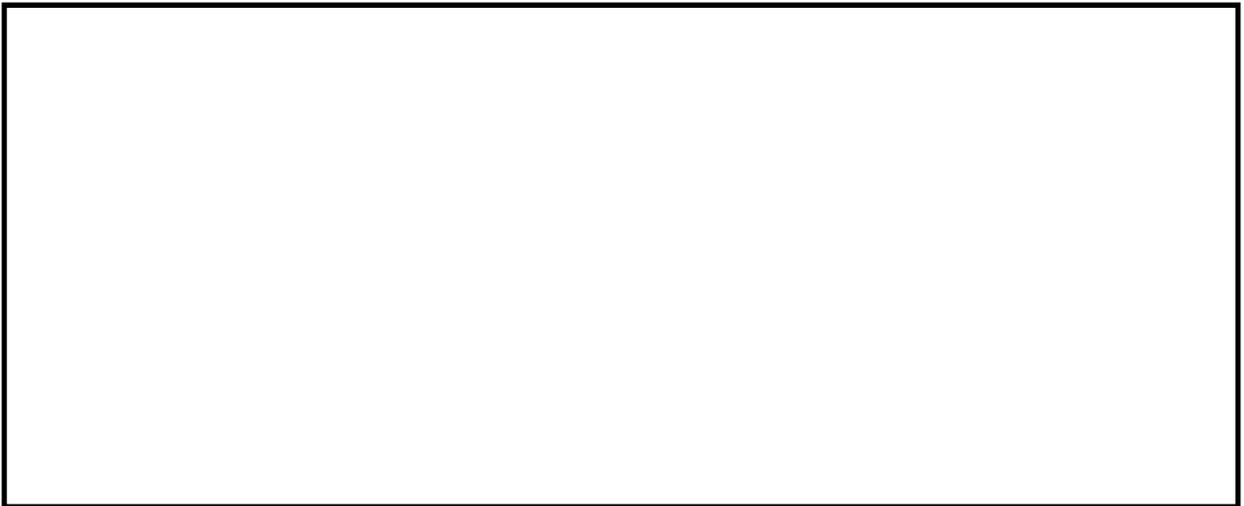


図 5.1-13 (11) 断面②の過剰間隙水圧比分布 ($S_s - 3 1 (H+, V+)$)

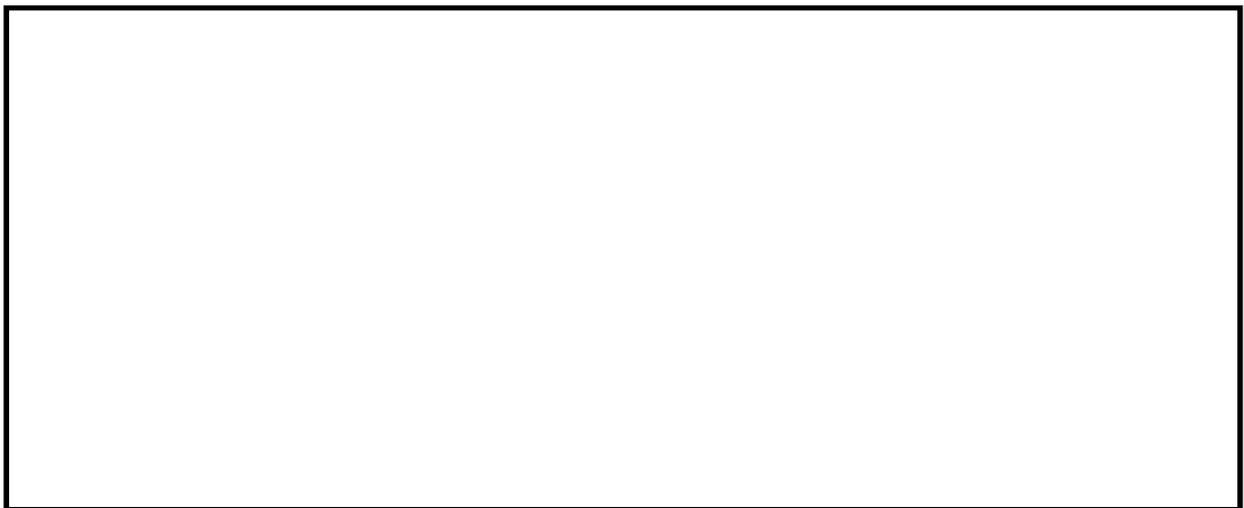


図 5.1-13 (12) 断面②の過剰間隙水圧比分布 ($S_s - 3 1 (H-, V+)$)

・検討ケース②：地盤物性のばらつきを考慮（+1 σ ）した解析ケース

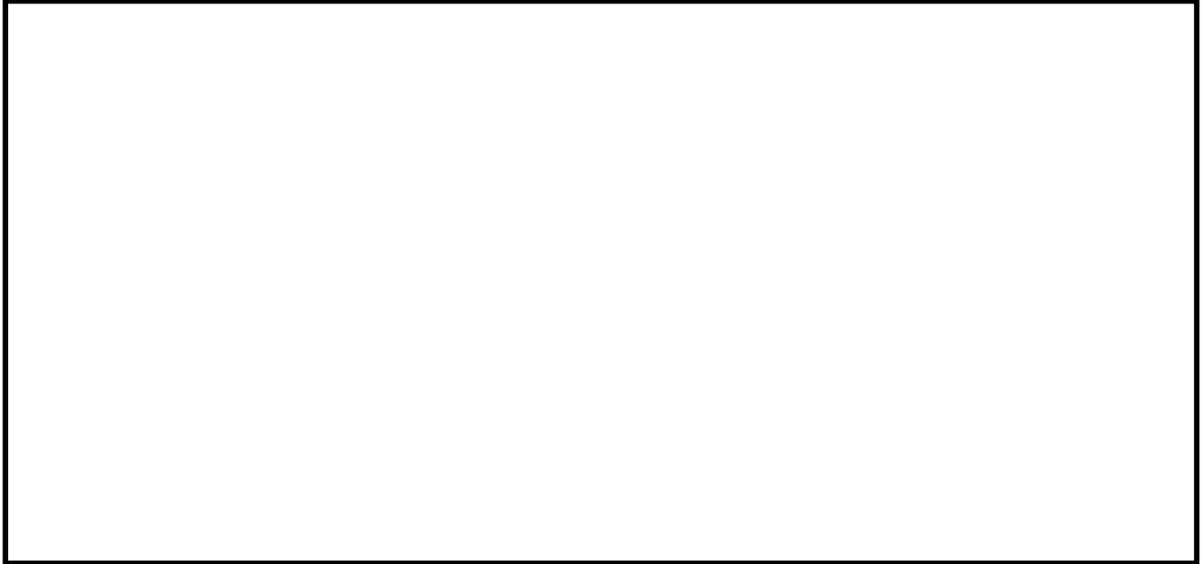


図 5.1-13 (13) 断面②の過剰間隙水圧比分布（ $S_s - 3.1$ （H-, V+））

・検討ケース③：地盤物性のばらつきを考慮（-1 σ ）した解析ケース

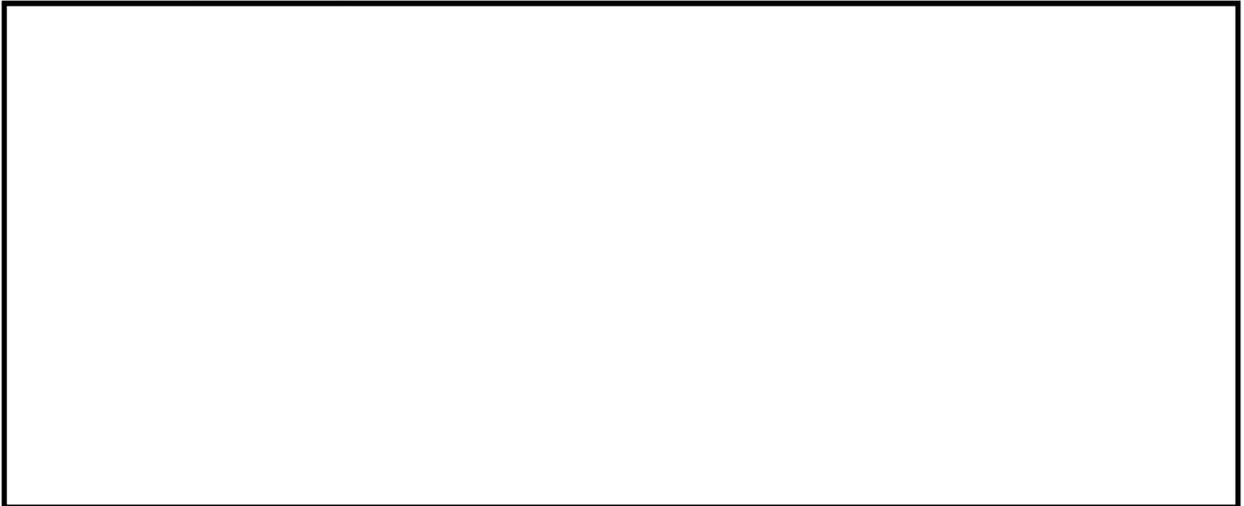


図 5.1-13 (14) 断面②の過剰間隙水圧比分布（ $S_s - 3.1$ （H-, V+））

- ・ 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 5.1-13 (15) 断面②の過剰間隙水圧比分布 ($S_s - 3 1 (H-, V+)$)

- ・ 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

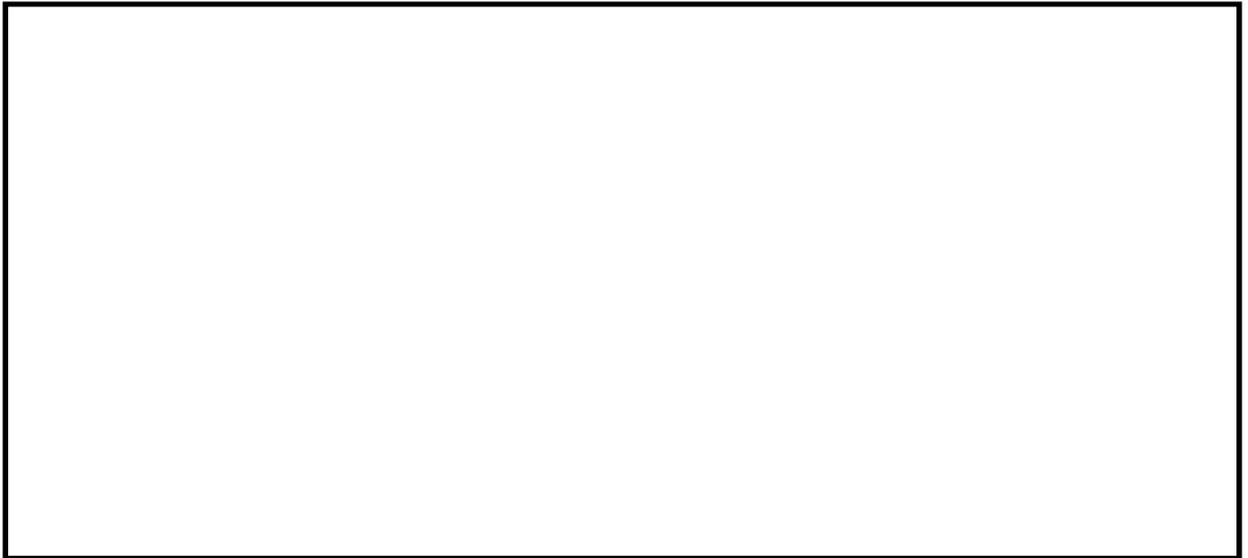


図 5.1-13 (16) 断面②の過剰間隙水圧比分布 ($S_s - 3 1 (H+, V+)$)

c. 断面③

- ・ 検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース



図 5.1-14 (1) 断面③の過剰間隙水圧比分布 ($S_s - D 1 (H+, V+)$)

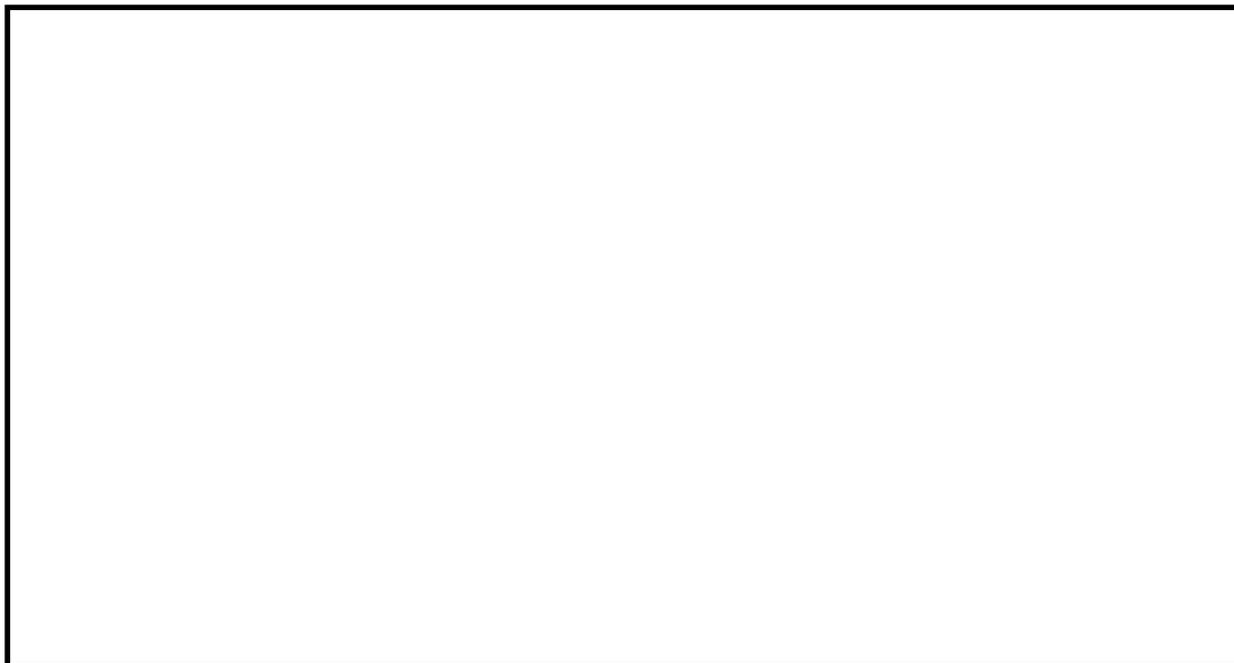


図 5.1-14 (2) 断面③の過剰間隙水圧比分布 ($S_s - D 1 (H+, V-)$)

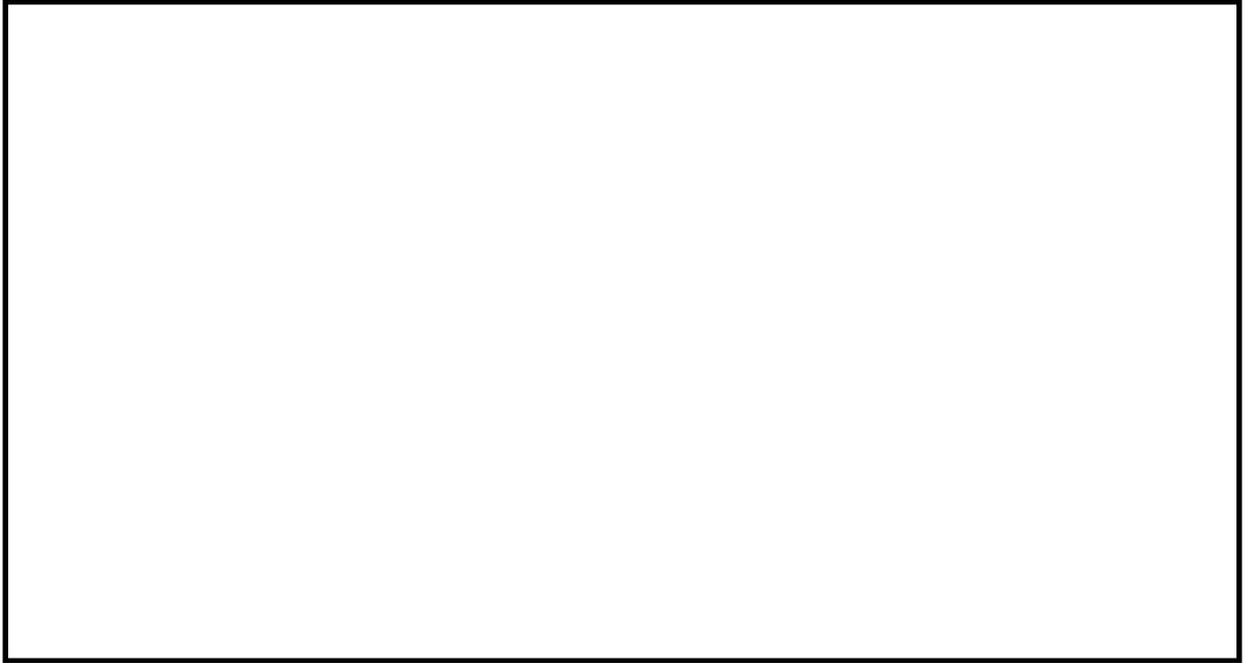


図 5.1-14 (3) 断面③の過剰間隙水圧比分布 ($S_s - D 1 (H-, V+)$)

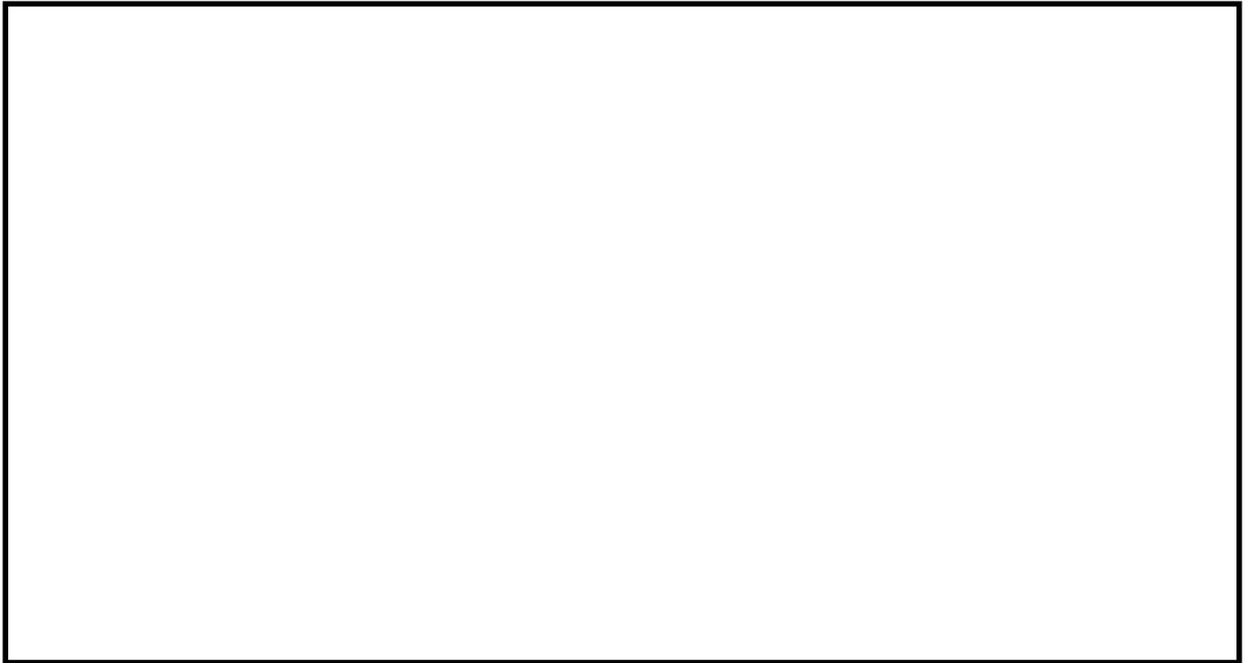


図 5.1-14 (4) 断面③の過剰間隙水圧比分布 ($S_s - D 1 (H-, V-)$)

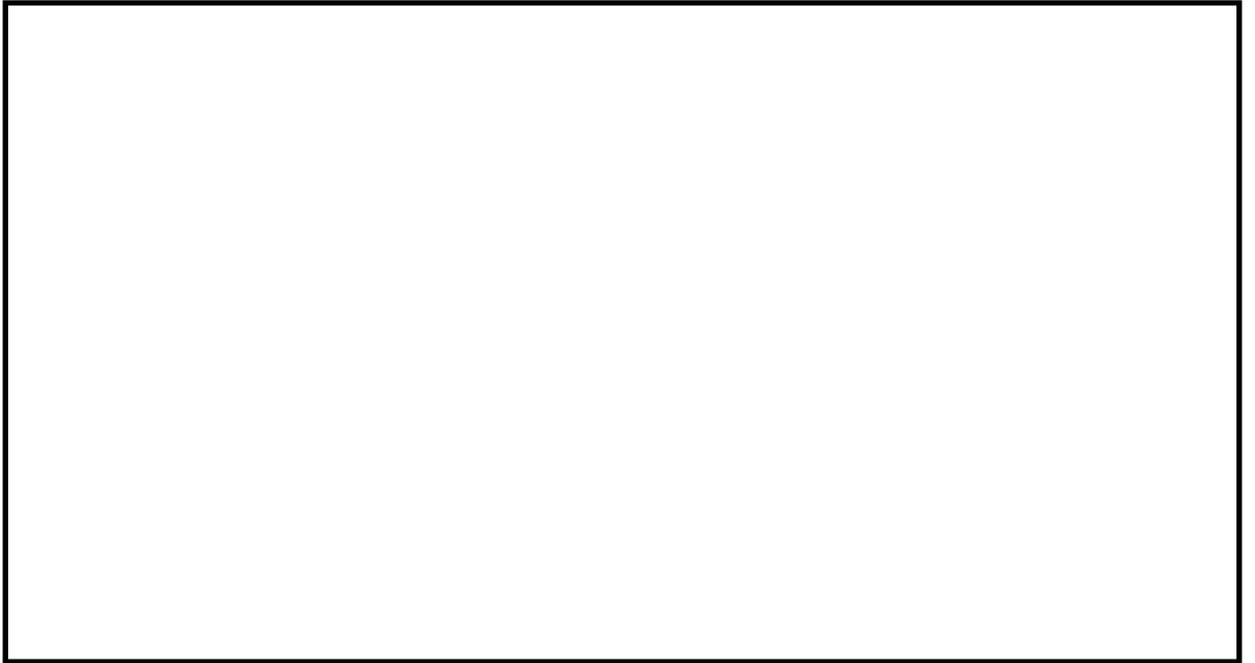


図 5.1-14 (5) 断面③の過剰間隙水圧比分布 ($S_s - 1.1$)

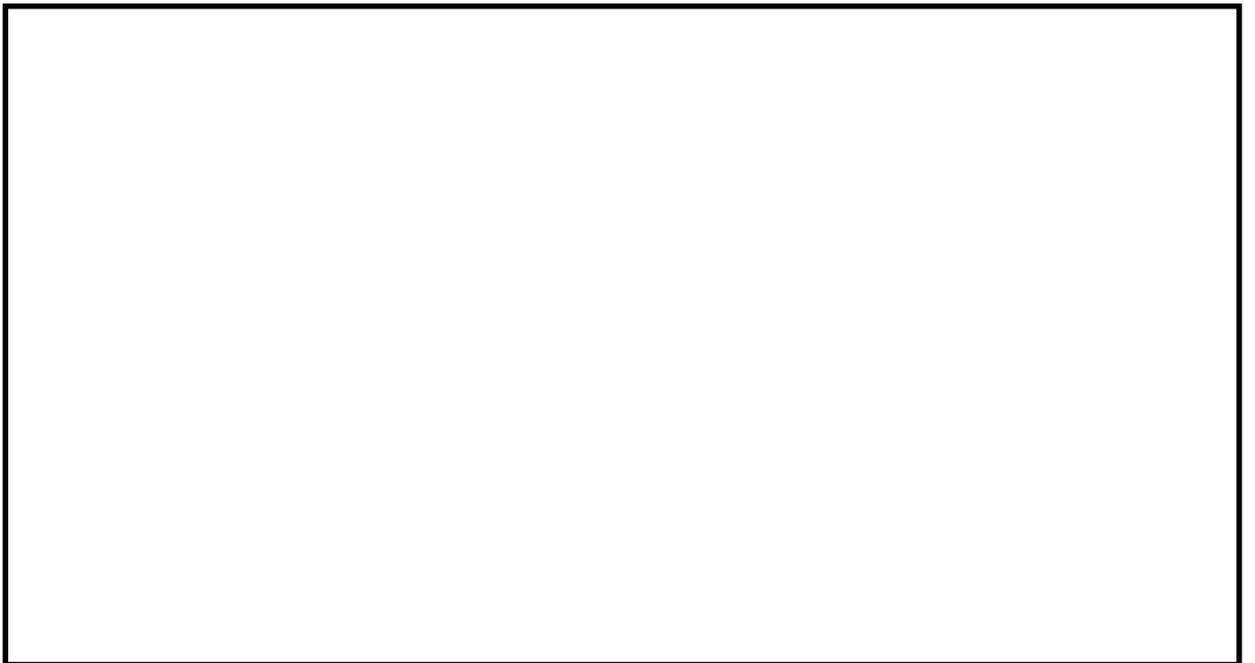


図 5.1-14 (6) 断面③の過剰間隙水圧比分布 ($S_s - 1.2$)



図 5.1-14 (7) 断面③の過剰間隙水圧比分布 ($S_s - 13$)

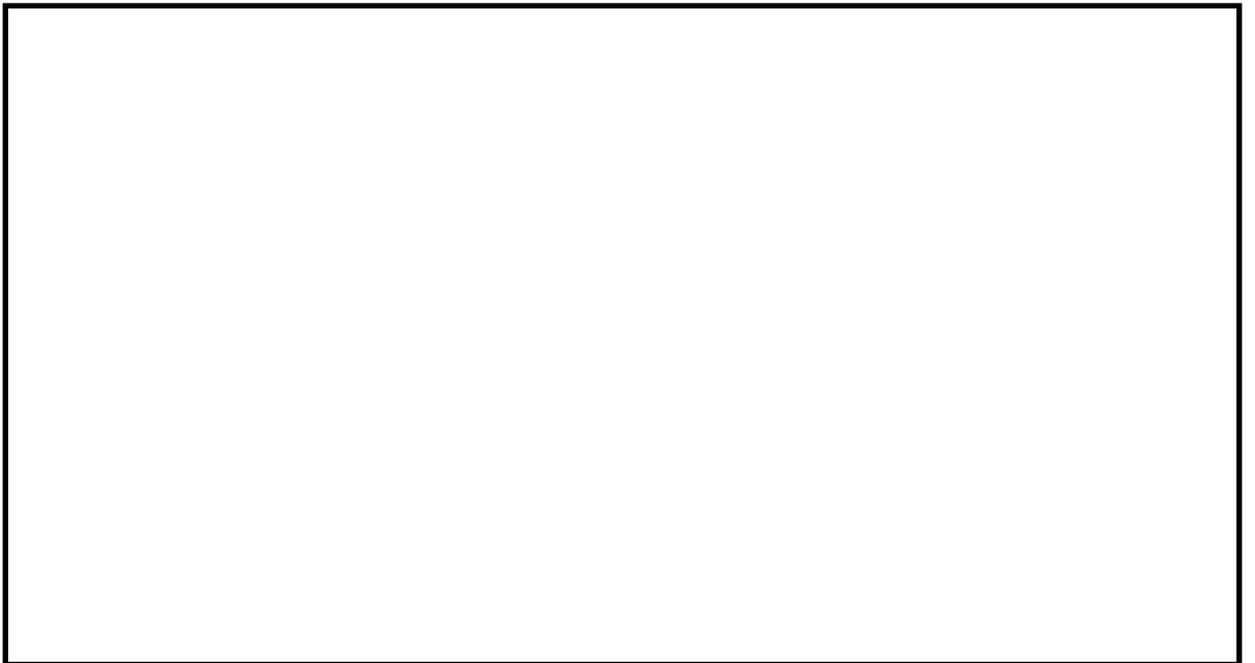


図 5.1-14 (8) 断面③の過剰間隙水圧比分布 ($S_s - 14$)

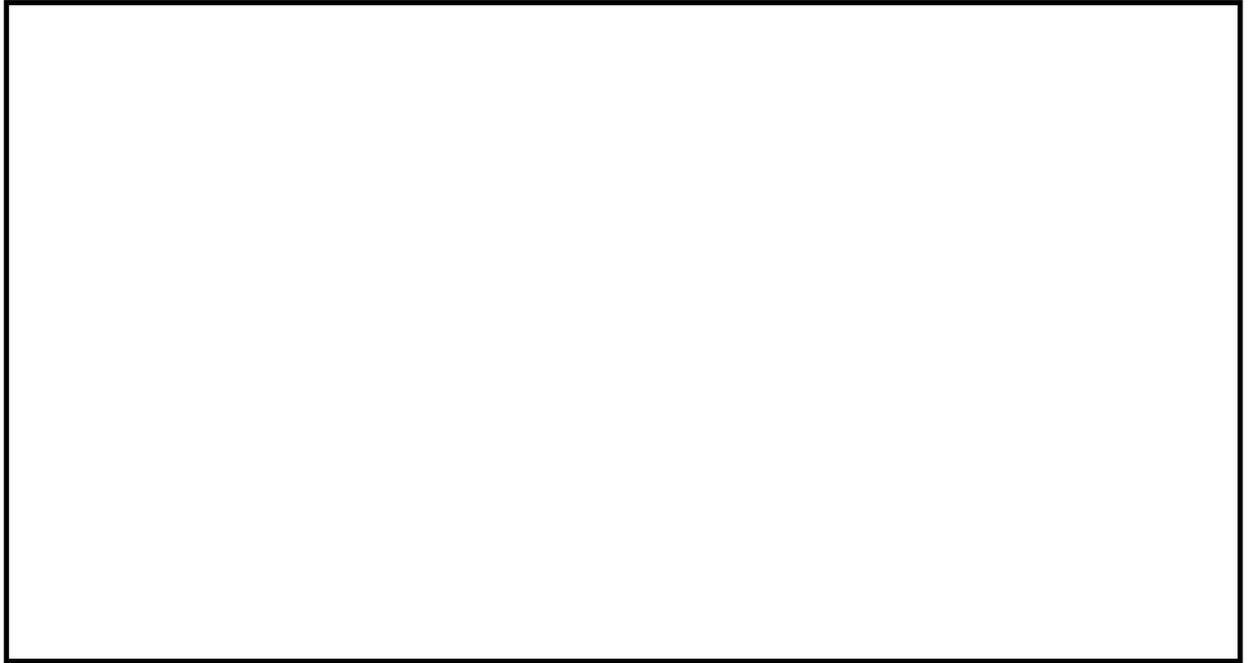


図 5.1-14 (9) 断面③の過剰間隙水圧比分布 ($S_s - 21$)

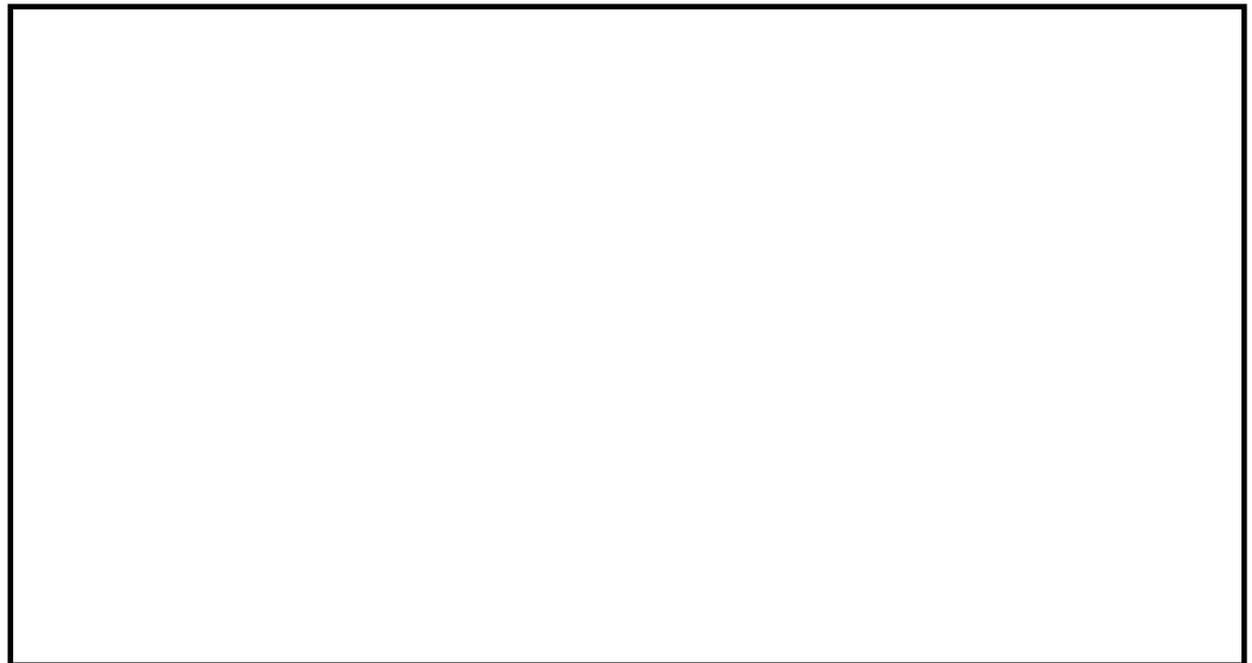


図 5.1-14 (10) 断面③の過剰間隙水圧比分布 ($S_s - 22$)

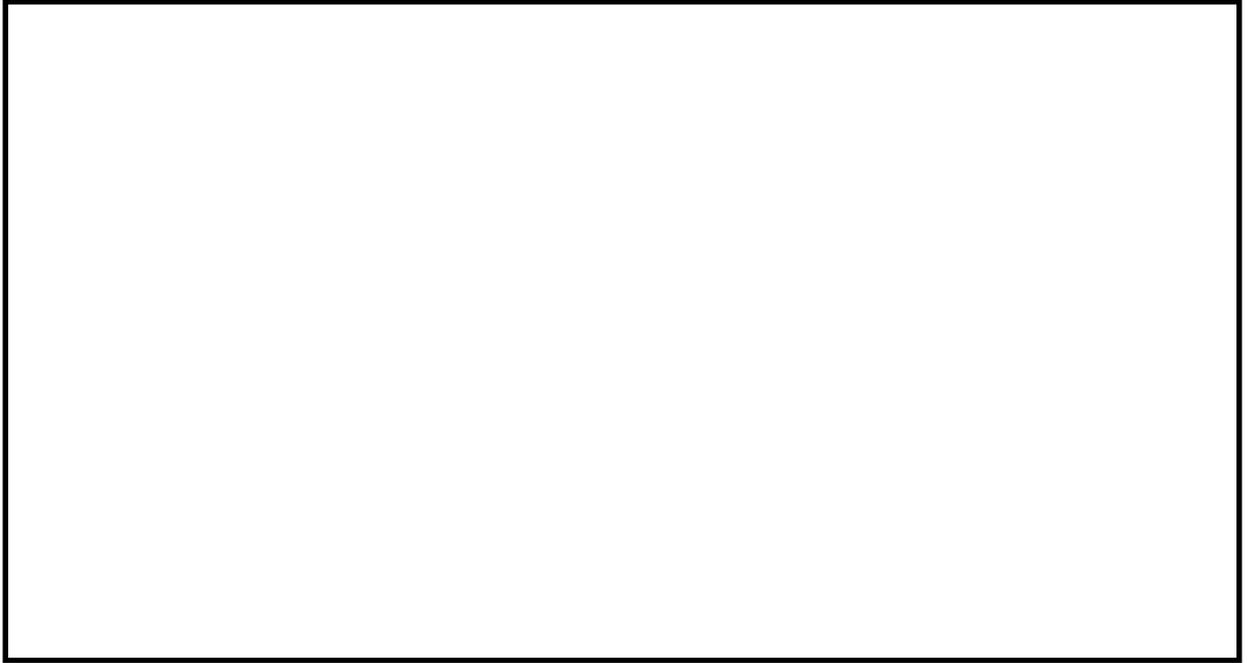


図 5.1-14 (11) 断面③の過剰間隙水圧比分布 ($S_s - 3.1 (H+, V+)$)

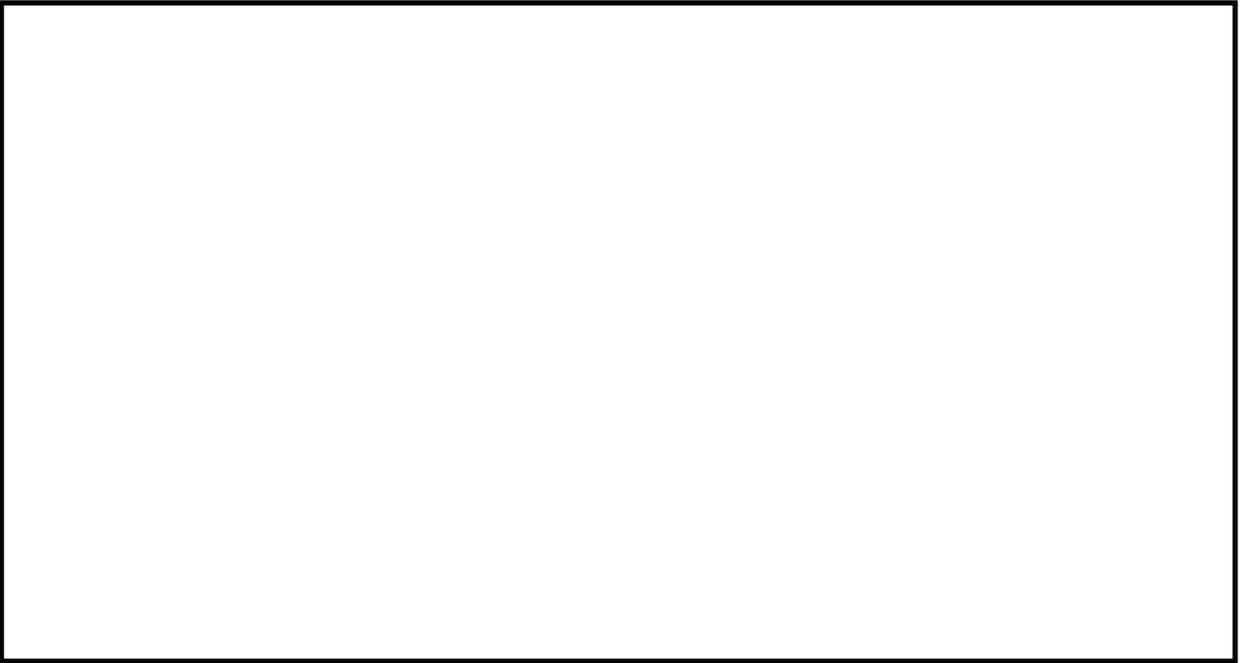


図 5.1-14 (12) 断面③の過剰間隙水圧比分布 ($S_s - 3.1 (H-, V+)$)

・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 5.1-14 (13) 断面③の過剰間隙水圧比分布（ $S_s - D_1$ （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

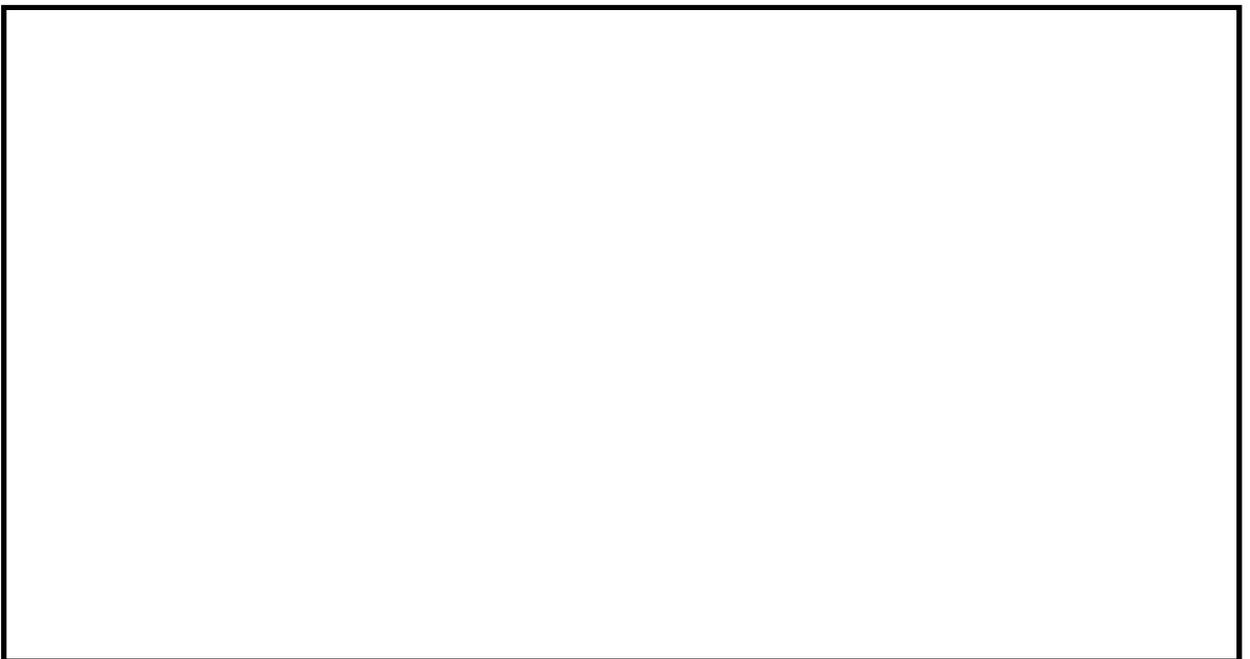


図 5.1-14 (14) 断面③の過剰間隙水圧比分布（ $S_s - D_1$ （H+, V+））

検討ケース④：敷地に存在しない豊浦標準砂に基づく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

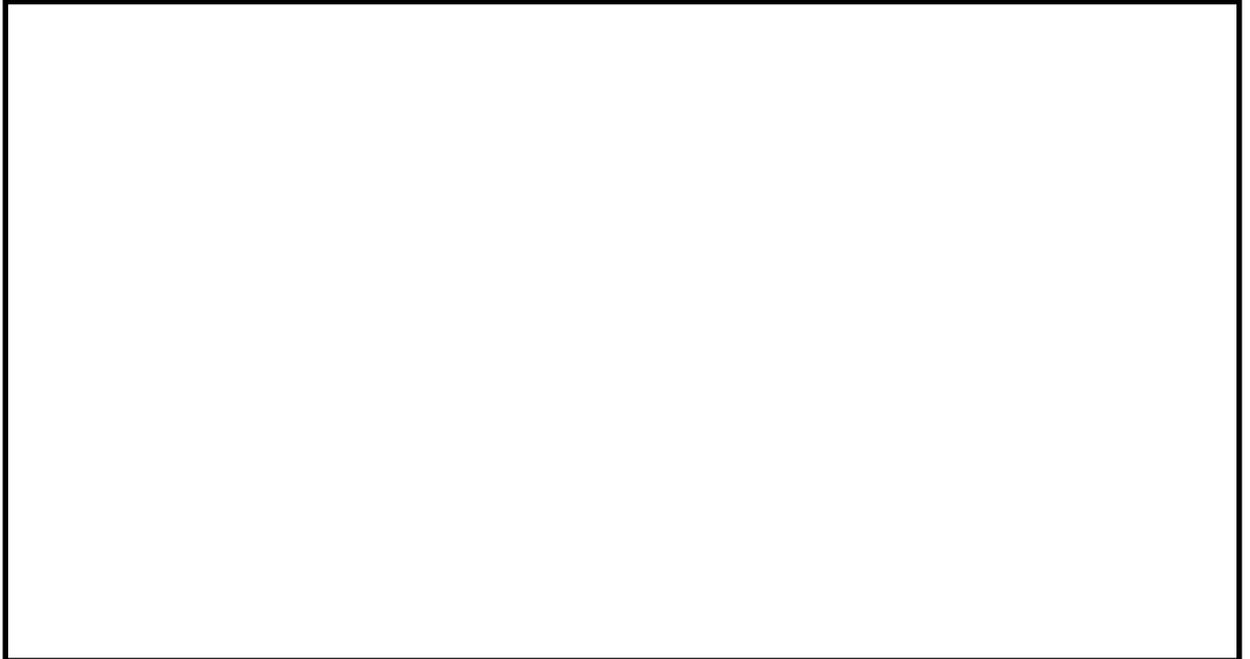


図 5.1-14 (15) 断面③の過剰間隙水圧比分布 ($S_s - D 1 (H+, V+)$)

・検討ケース②：地盤物性のばらつきを考慮 ($+1\sigma$) した解析ケース

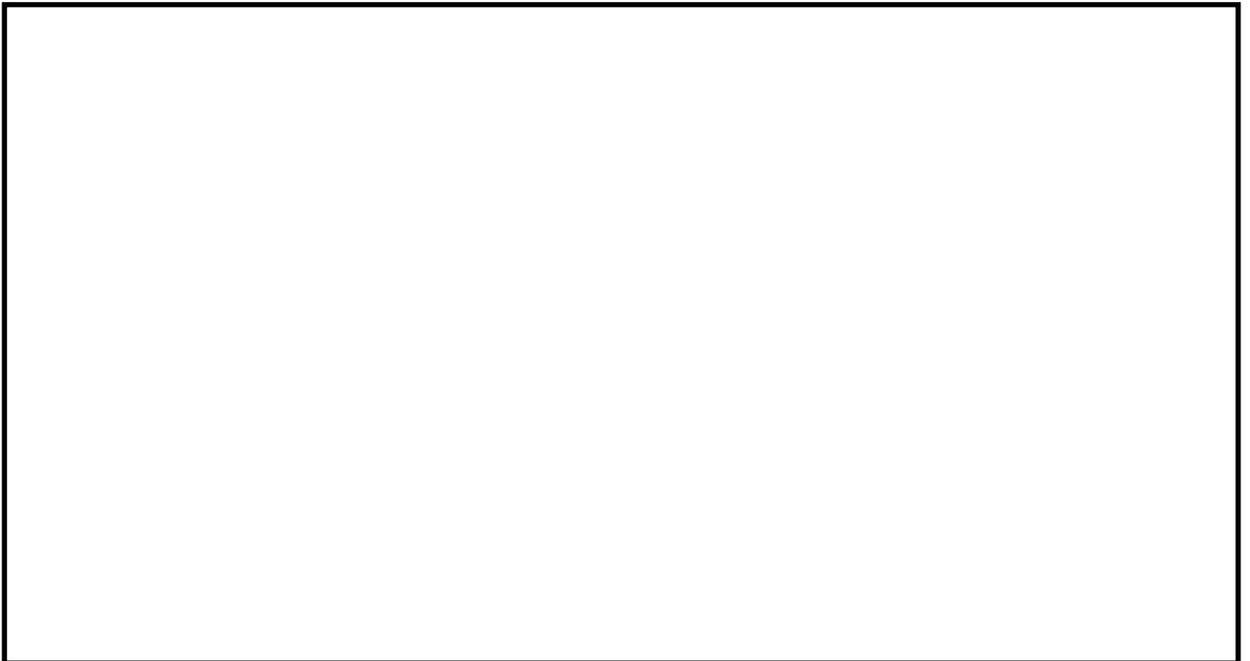


図 5.1-14 (16) 断面③の過剰間隙水圧比分布 ($S_s - D 1 (H+, V-)$)

d. 断面④

- ・ 検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース

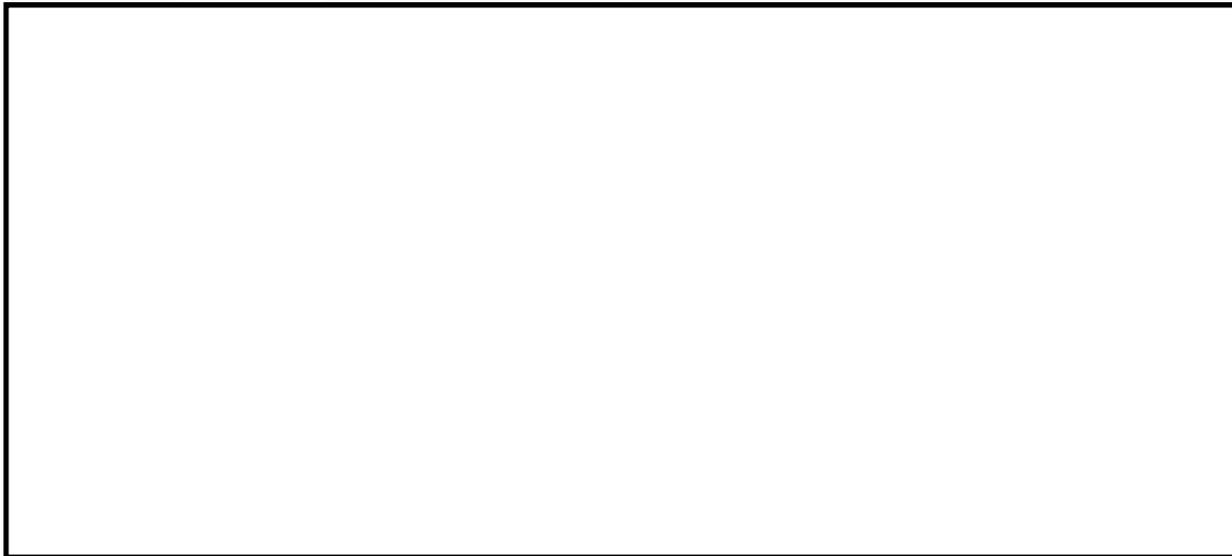


図 5.1-15 (1) 断面④の過剰間隙水圧比分布 (S_s-D1 (H+, V+))



図 5.1-15 (2) 断面④の過剰間隙水圧比分布 (S_s-D1 (H+, V-))

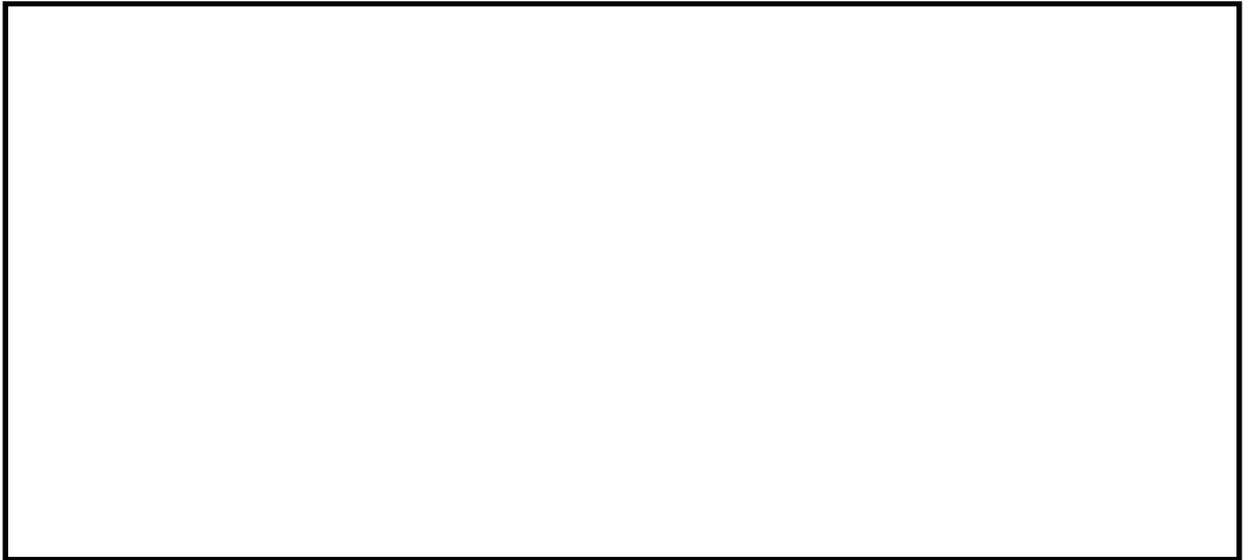


図 5.1-15 (3) 断面④の過剰間隙水圧比分布 ($S_s - D 1 (H-, V+)$)



図 5.1-15 (4) 断面④の過剰間隙水圧比分布 ($S_s - D 1 (H-, V-)$)



図 5.1-15 (5) 断面④の過剰間隙水圧比分布 ($S_s - 1 1$)



図 5.1-15 (6) 断面④の過剰間隙水圧比分布 ($S_s - 1 2$)



図 5.1-15 (7) 断面④の過剰間隙水圧比分布 ($S_s - 1 3$)



図 5.1-15 (8) 断面④の過剰間隙水圧比分布 ($S_s - 1 4$)

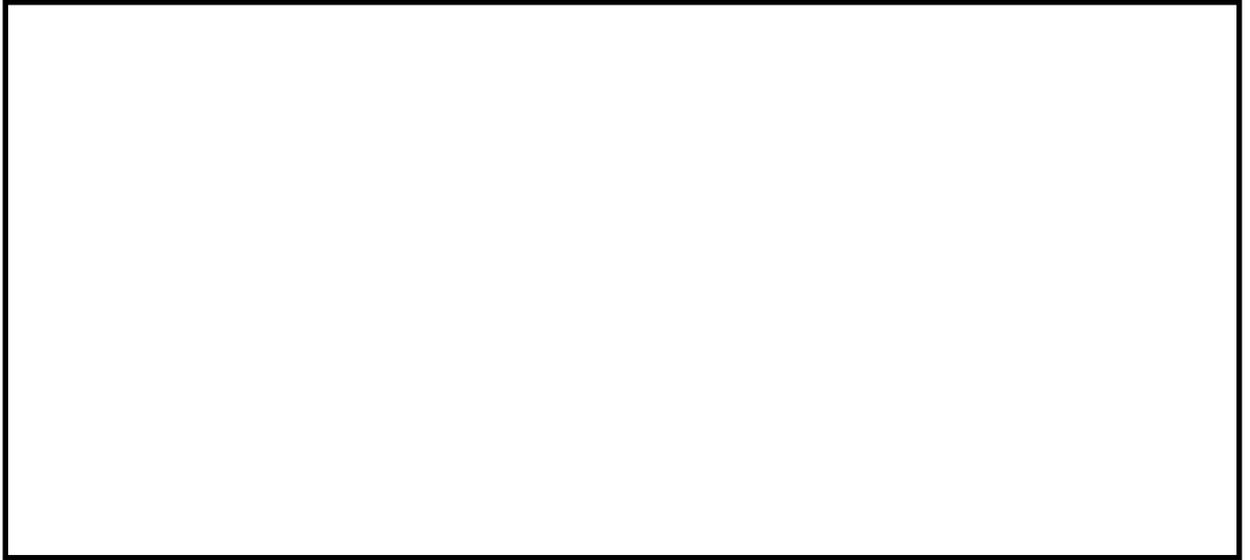


図 5.1-15 (9) 断面④の過剰間隙水圧比分布 ($S_s - 2 1$)

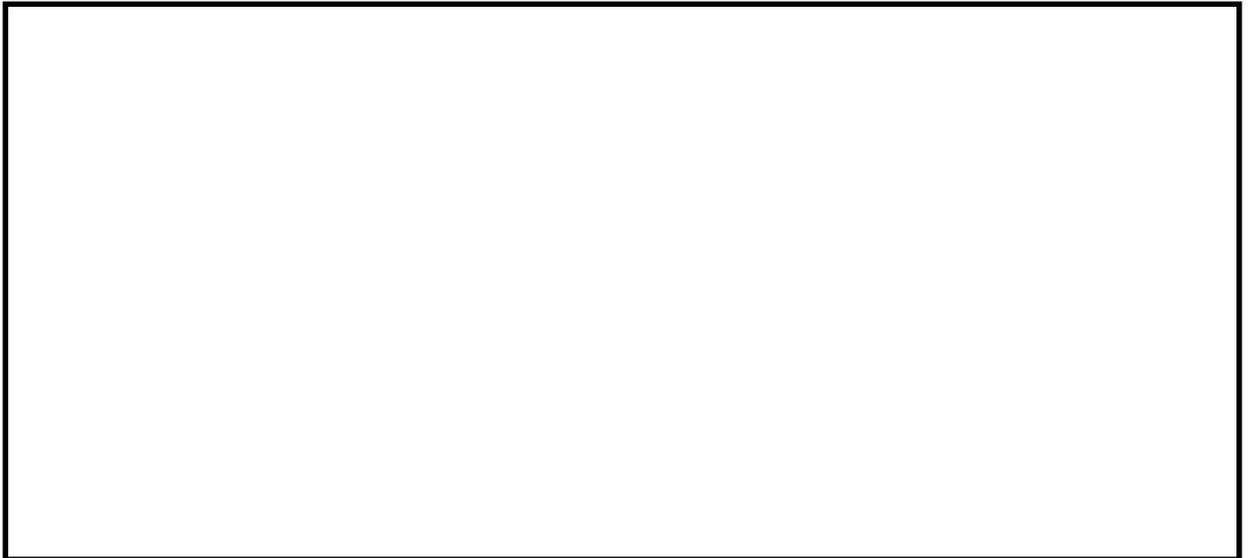


図 5.1-15 (10) 断面④の過剰間隙水圧比分布 ($S_s - 2 2$)

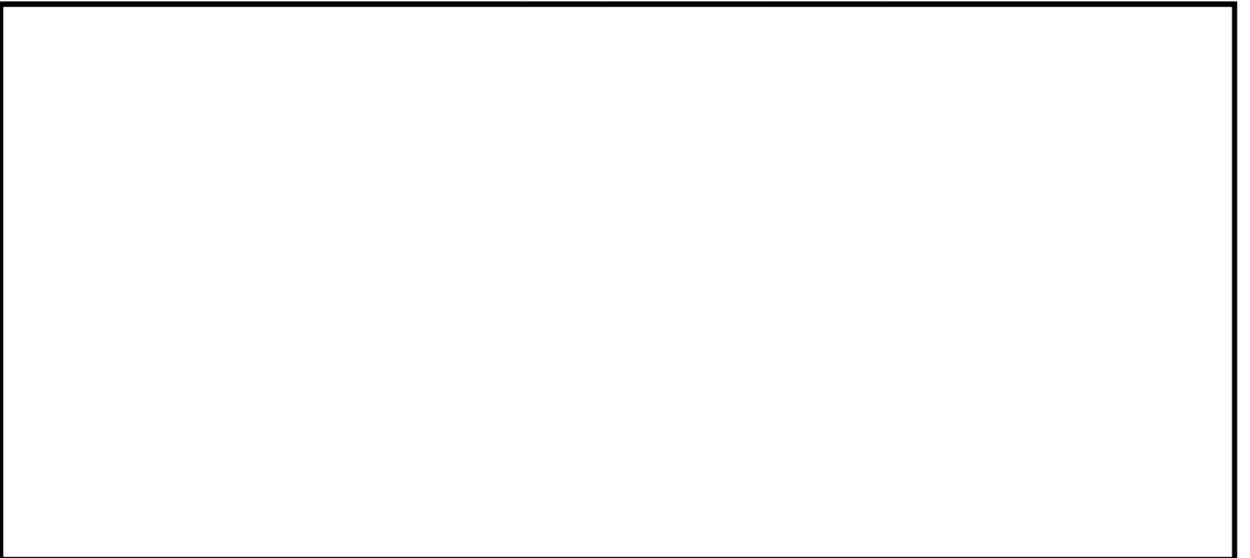


図 5.1-15 (11) 断面④の過剰間隙水圧比分布 ($S_s - 3 1$ (H+, V+))

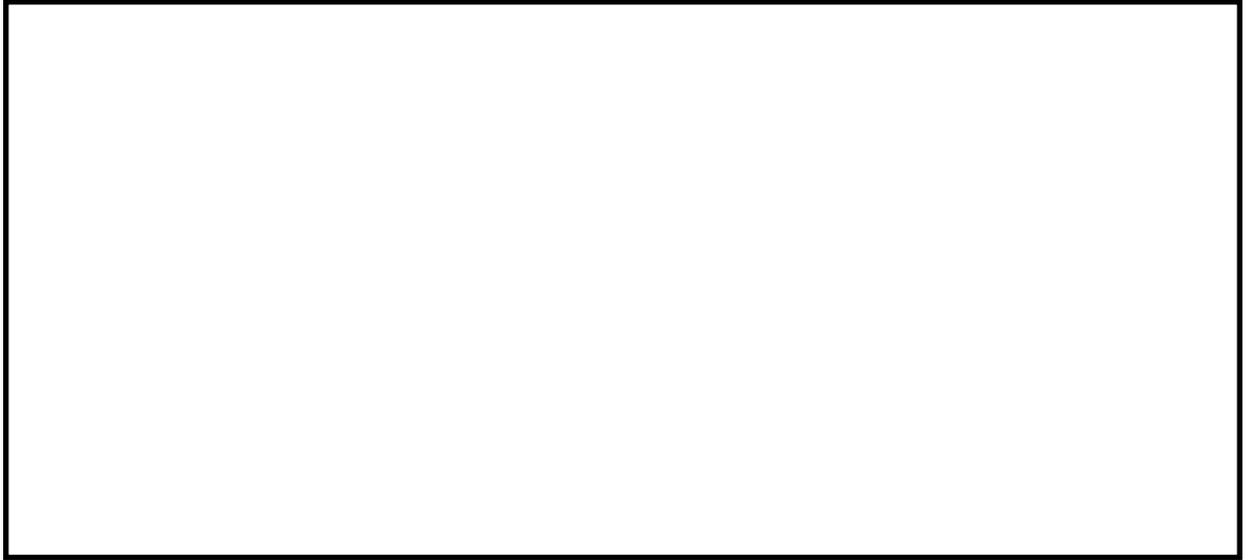


図 5.1-15 (12) 断面④の過剰間隙水圧比分布 ($S_s - 3 1 (H-, V+)$)

・検討ケース②：地盤物性のばらつきを考慮 (+1 σ) した解析ケース

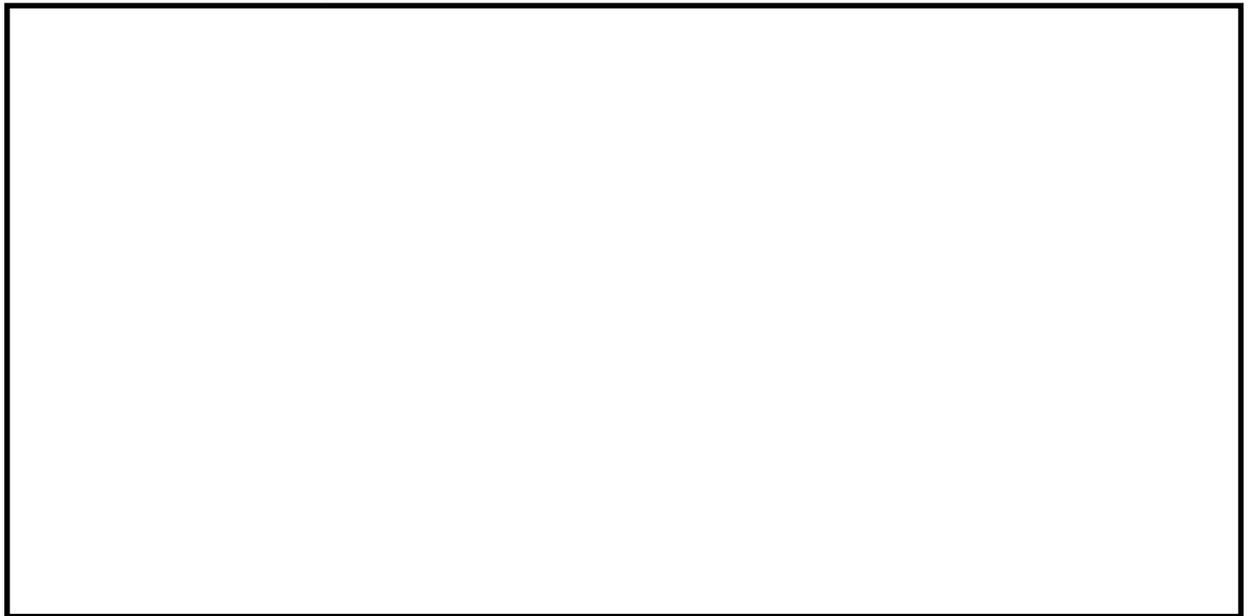


図 5.1-15 (13) 断面④の過剰間隙水圧比分布 ($S_s - D 1 (H+, V+)$)

- ・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

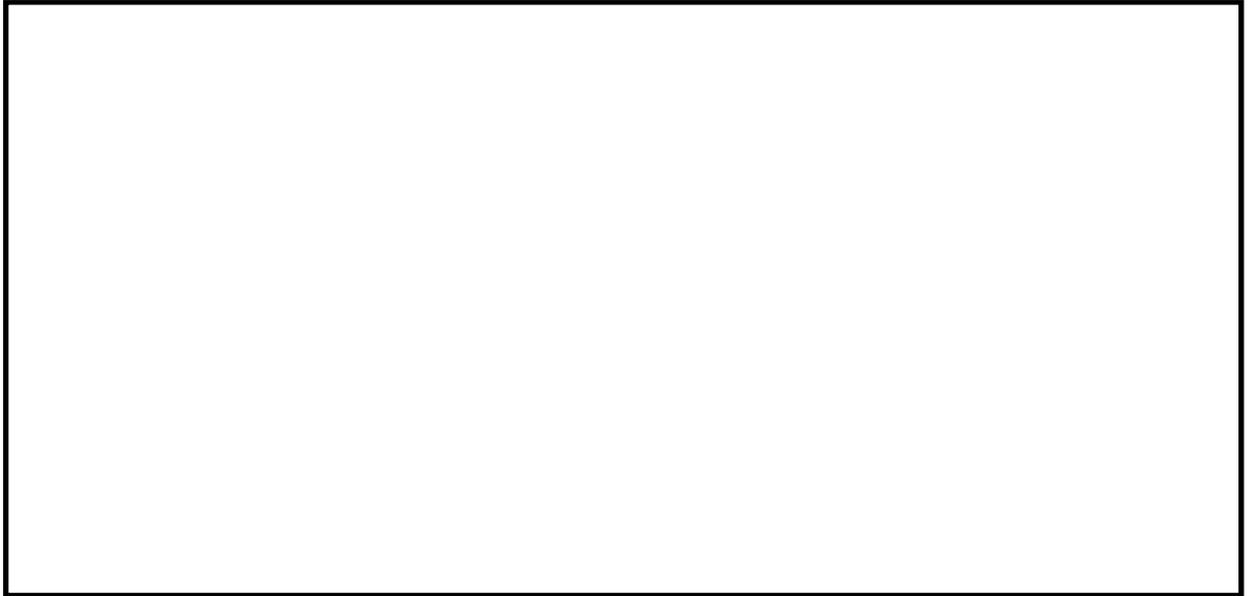


図 5.1-15 (14) 断面④の過剰間隙水圧比分布（ $S_s - D 1 (H+, V+)$ ）

- ・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

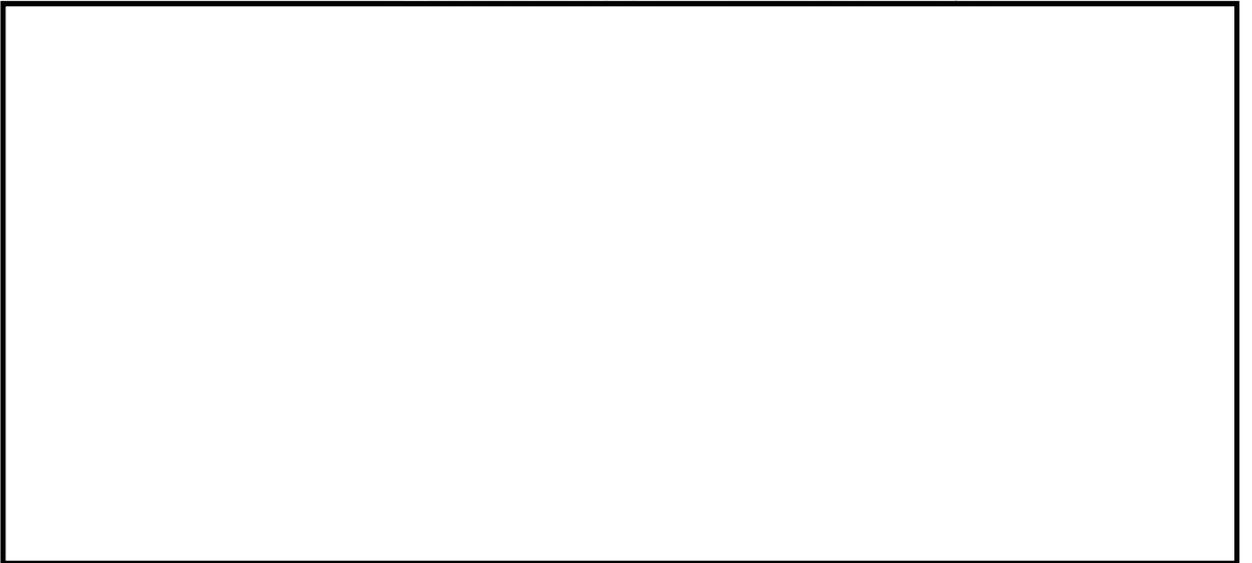


図 5.1-15 (15) 断面④の過剰間隙水圧比分布（ $S_s - D 1 (H+, V+)$ ）

- ・ 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

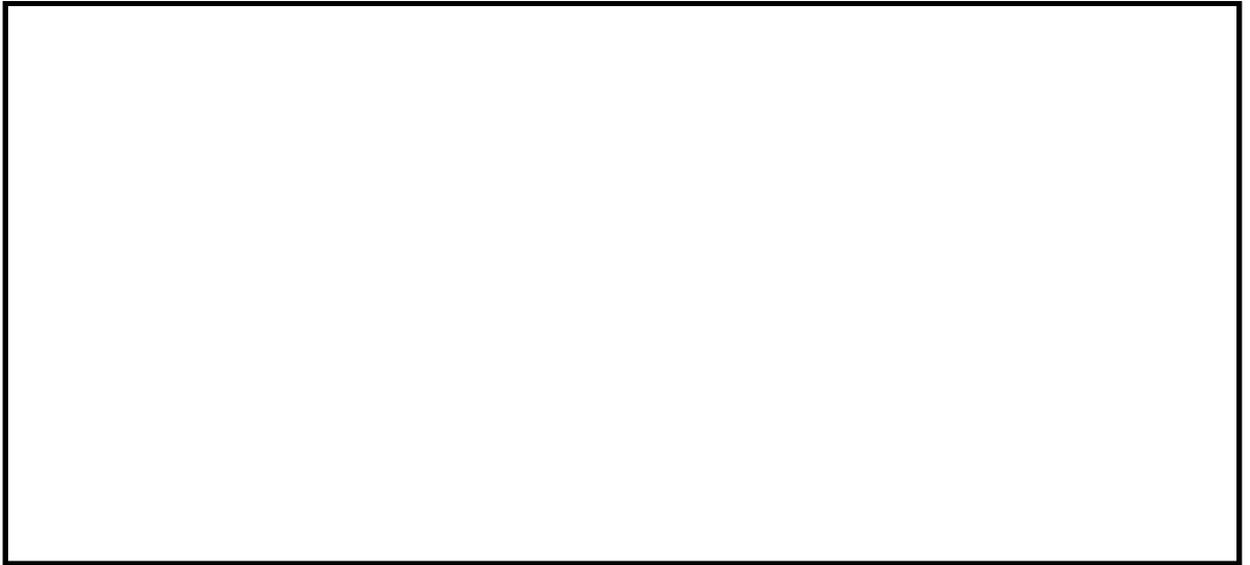


図 5.1-15 (16) 断面④の過剰間隙水圧比分布 (S s -D 1 (H+, V-))

e. 断面⑤

- ・ 検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース



図 5.1-16 (1) 断面⑤の過剰間隙水圧比分布 ($S_s - D 1$ (H+, V+))

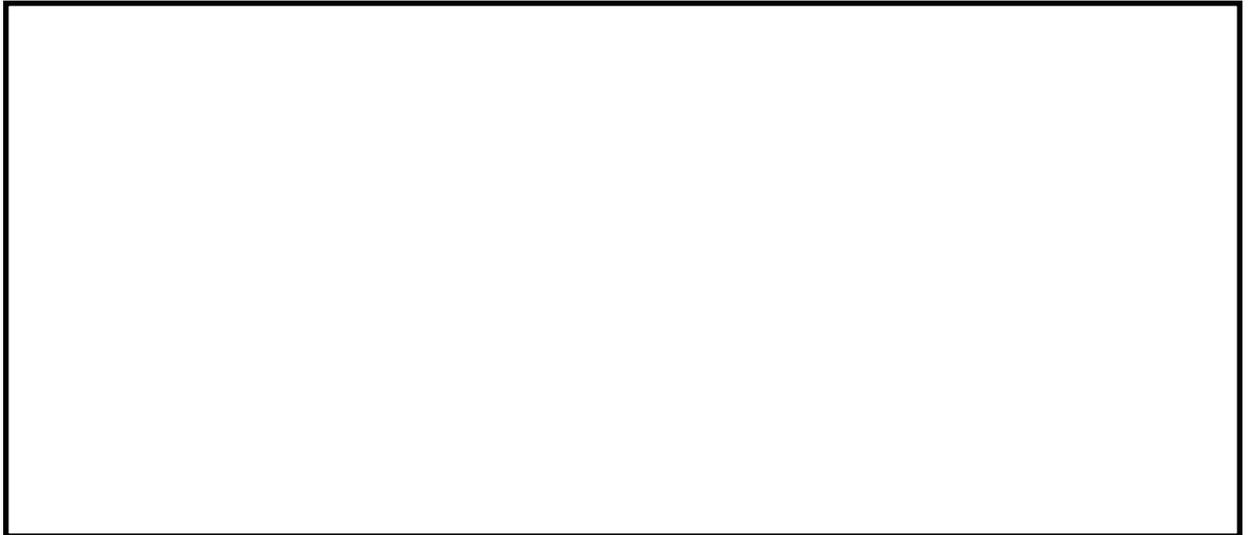


図 5.1-16 (2) 断面⑤の過剰間隙水圧比分布 ($S_s - D 1$ (H+, V-))



図 5.1-16 (3) 断面⑤の過剰間隙水圧比分布 ($S_s - D 1$ (H-, V+))



図 5.1-16 (4) 断面⑤の過剰間隙水圧比分布 ($S_s - D 1 (H-, V-)$)

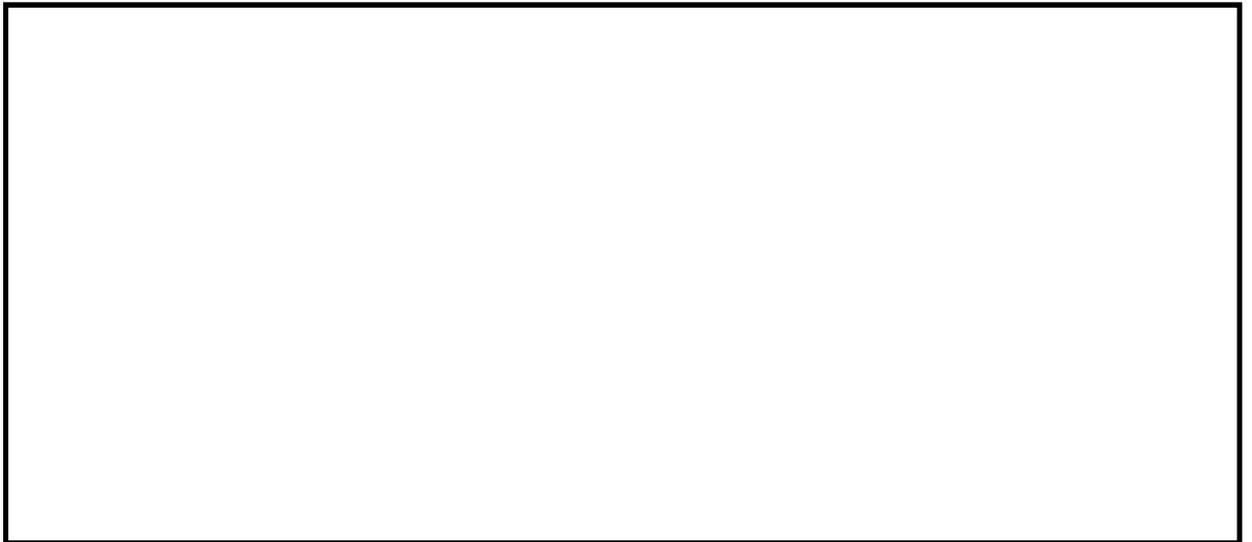


図 5.1-16 (5) 断面⑤の過剰間隙水圧比分布 ($S_s - 1 1$)



図 5.1-16 (6) 断面⑤の過剰間隙水圧比分布 ($S_s - 1 2$)



図 5.1-16 (7) 断面⑤の過剰間隙水圧比分布 ($S_s - 13$)

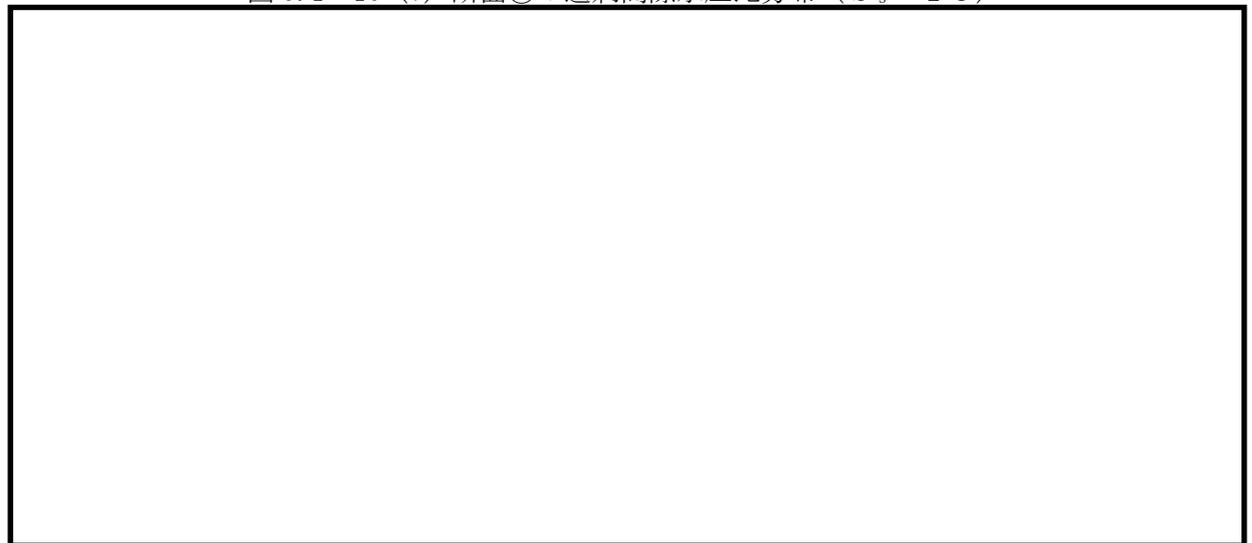


図 5.1-16 (8) 断面⑤の過剰間隙水圧比分布 ($S_s - 14$)



図 5.1-16 (9) 断面⑤の過剰間隙水圧比分布 ($S_s - 21$)

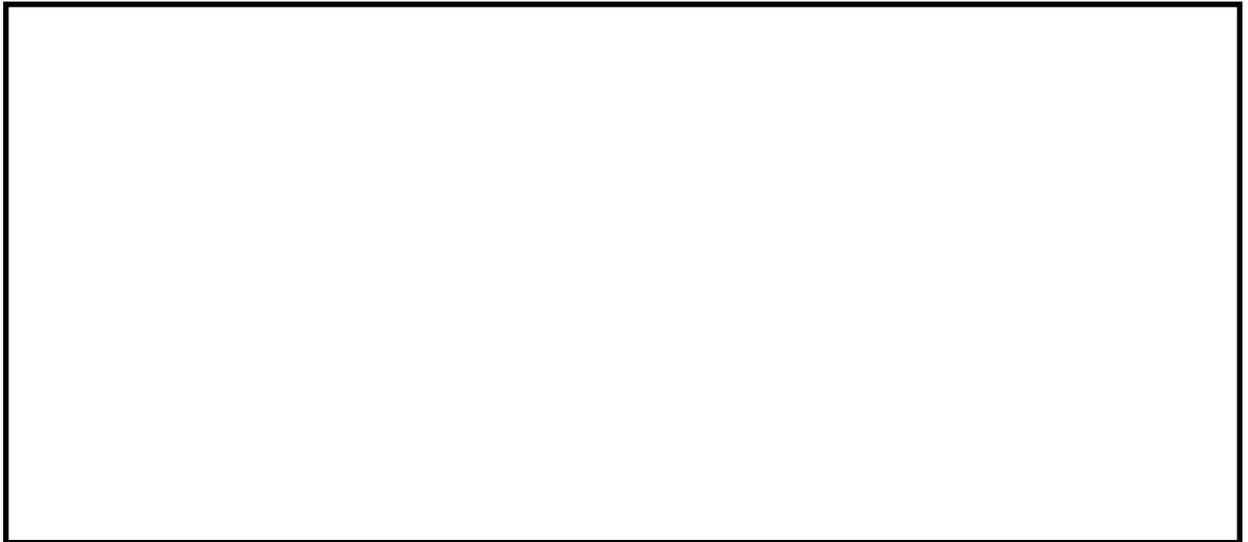


図 5.1-16 (10) 断面⑤の過剰間隙水圧比分布 ($S_s - 2 2$)

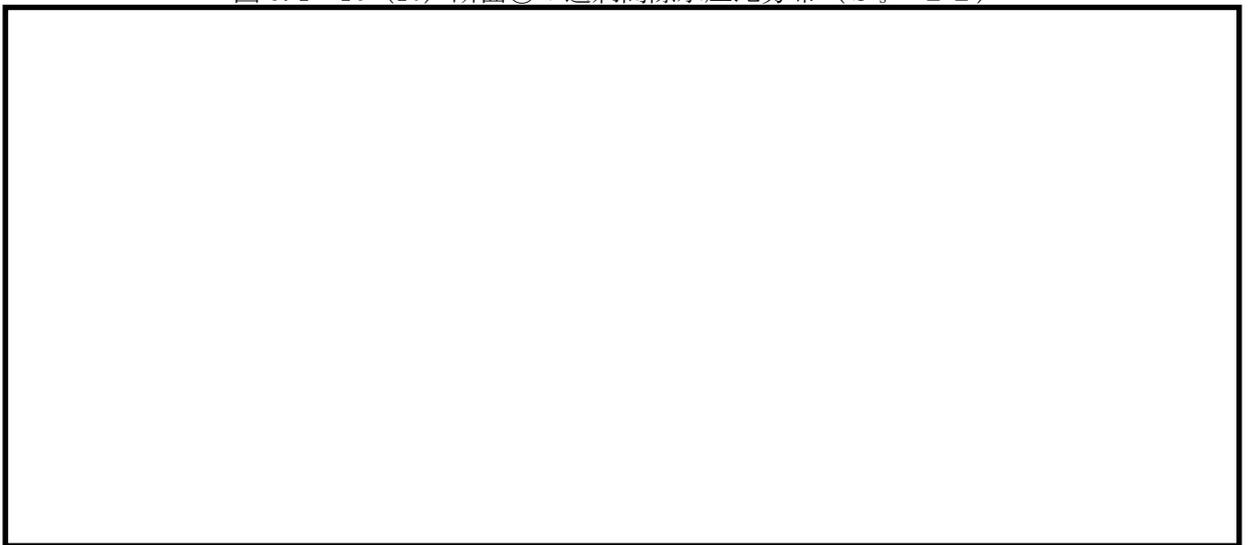


図 5.1-16 (11) 断面⑤の過剰間隙水圧比分布 ($S_s - 3 1 (H+, V+)$)

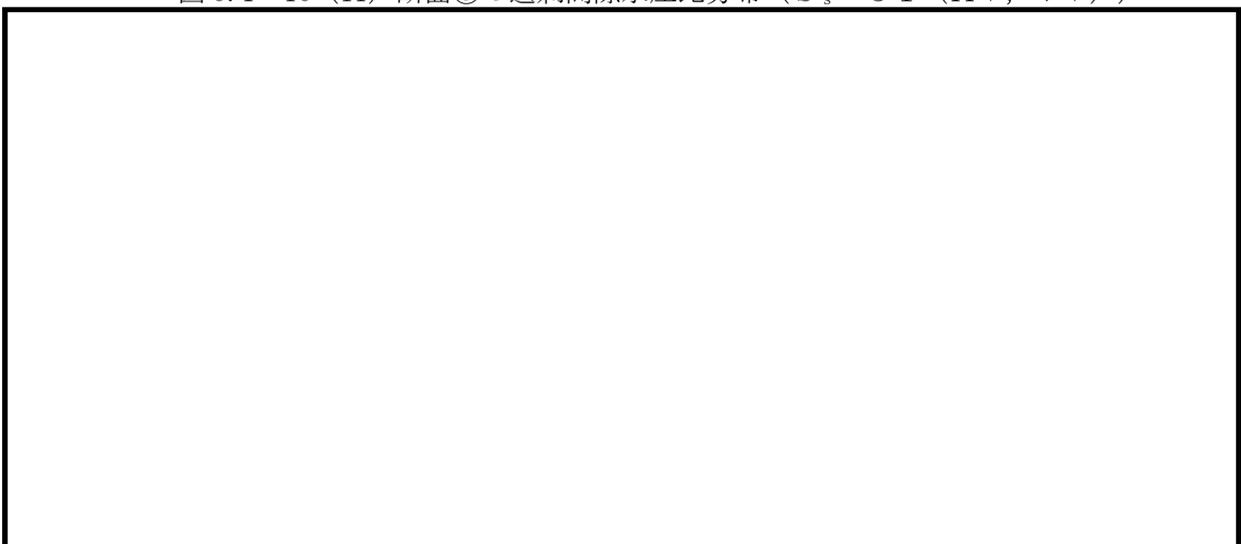


図 5.1-16 (12) 断面⑤の過剰間隙水圧比分布 ($S_s - 3 1 (H-, V+)$)

- ・検討ケース②：地盤物性のばらつきを考慮（+1 σ ）した解析ケース

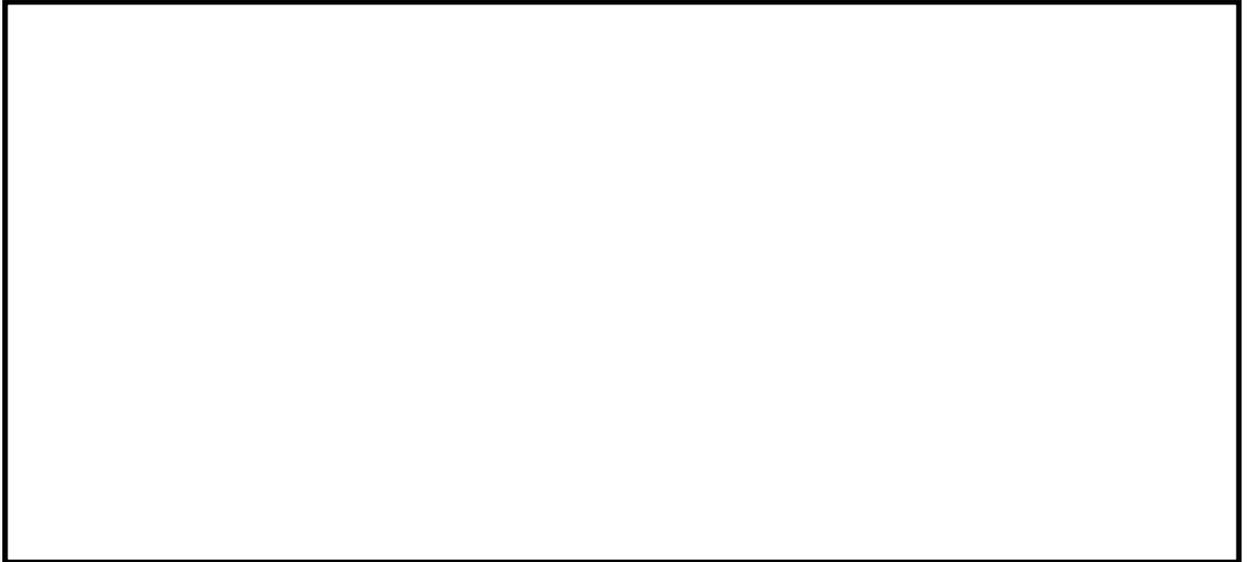


図 5.1-16 (13) 断面⑤の過剰間隙水圧比分布（ $S_s - D 1$ （H+, V-））

- ・検討ケース③：地盤物性のばらつきを考慮（-1 σ ）した解析ケース

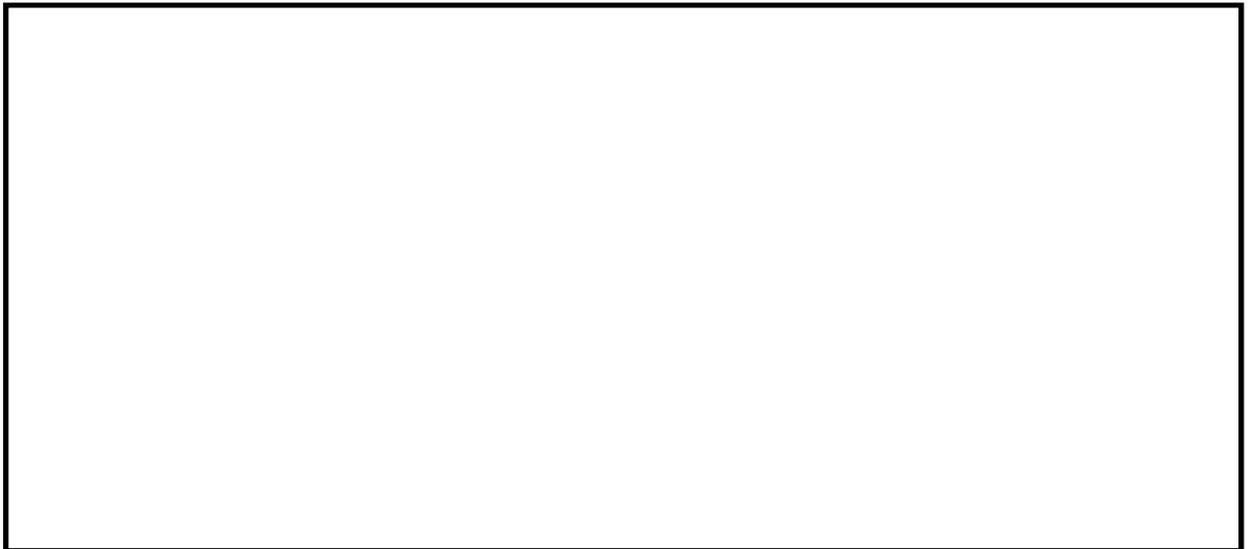


図 5.1-16 (14) 断面⑤の過剰間隙水圧比分布（ $S_s - D 1$ （H+, V-））

- ・ 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 5.1-16 (15) 断面⑤の過剰間隙水圧比分布 ($S_s - D 1 (H+, V-)$)

- ・ 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 5.1-16 (16) 断面⑤の過剰間隙水圧比分布 ($S_s - D 1 (H+, V+)$)

(4) 最大加速度分布図

a. 断面①

- ・検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース

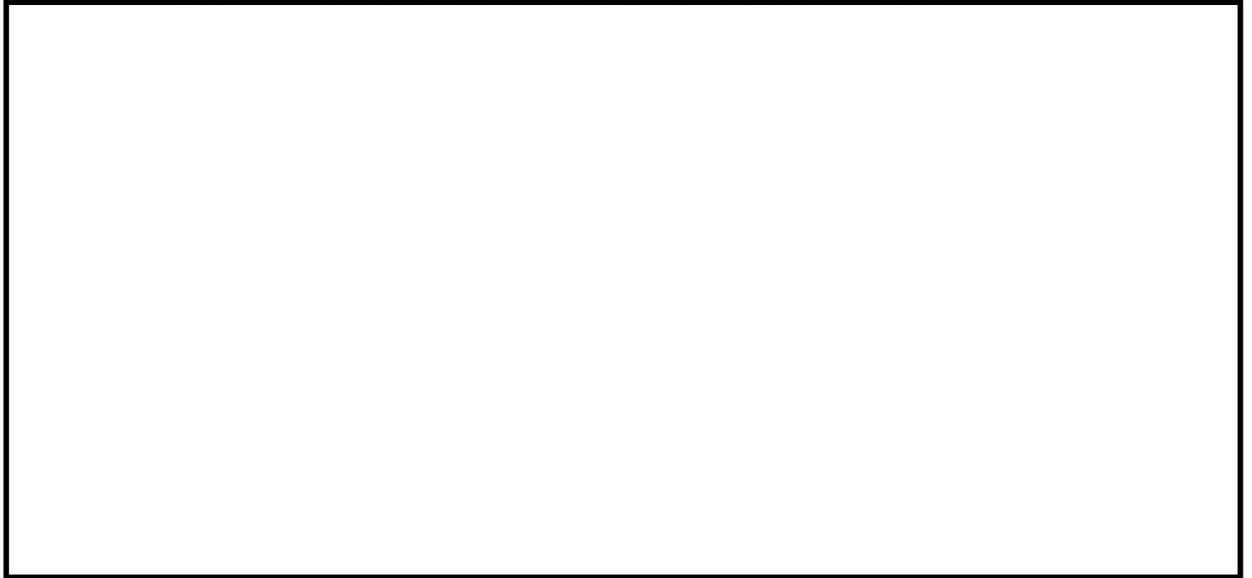


図 5.1-17 (1) 断面①の最大加速度分布 (S_s-D1 (H+, V+))



図 5.1-17 (2) 断面①の最大加速度分布 (S_s-D1 (H+, V-))

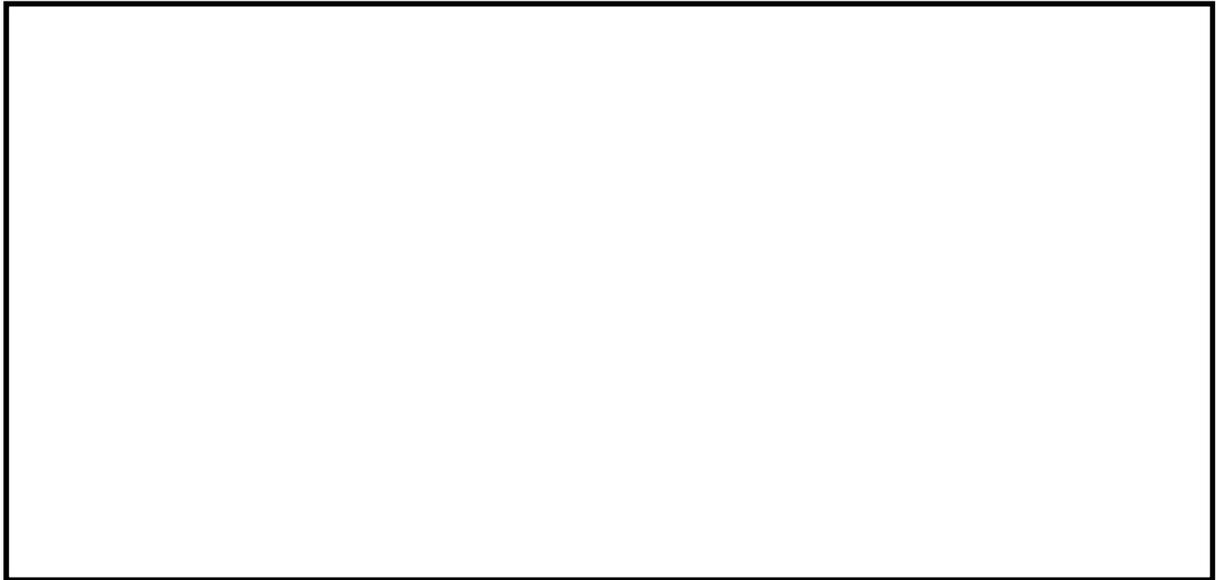


図 5.1-17 (3) 断面①の最大加速度分布 ($S_s - D 1 (H-, V+)$)

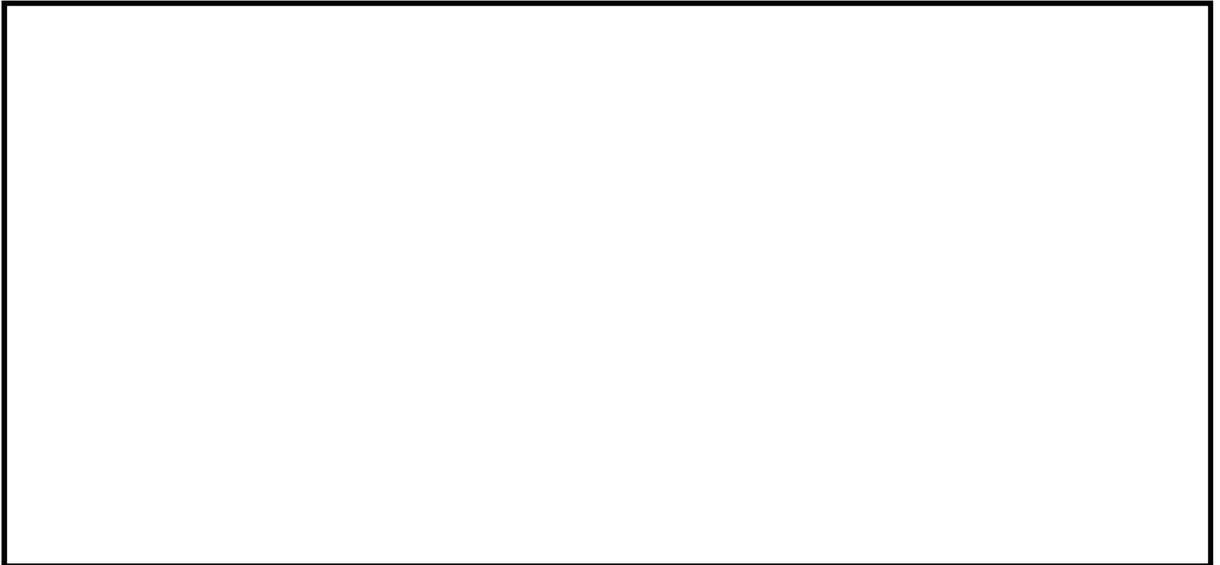


図 5.1-17 (4) 断面①の最大加速度分布 ($S_s - D 1 (H-, V-)$)



図 5.1-17 (5) 断面①の最大加速度分布 ($S_s - 1 1$)



図 5.1-17 (6) 断面①の最大加速度分布 ($S_s - 12$)

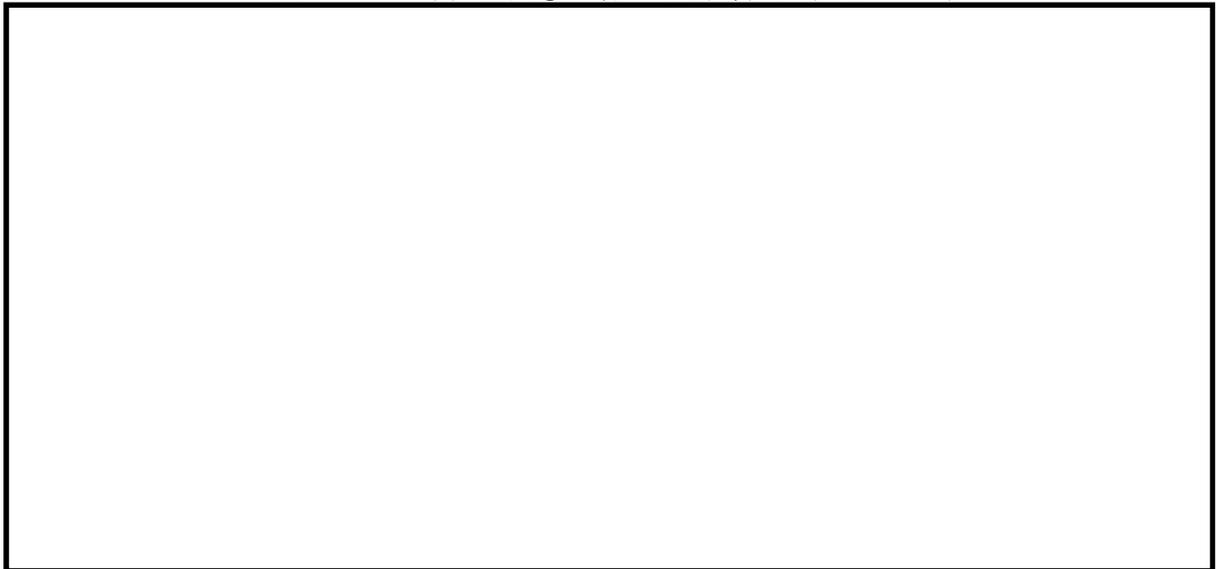


図 5.1-17 (7) 断面①の最大加速度分布 ($S_s - 13$)



図 5.1-17 (8) 断面①の最大加速度分布 ($S_s - 14$)



図 5.1-17 (9) 断面①の最大加速度分布 ($S_s - 2 1$)



図 5.1-17 (10) 断面①の最大加速度分布 ($S_s - 2 2$)



図 5.1-17 (11) 断面①の最大加速度分布 ($S_s - 3 1$ (H+, V+))

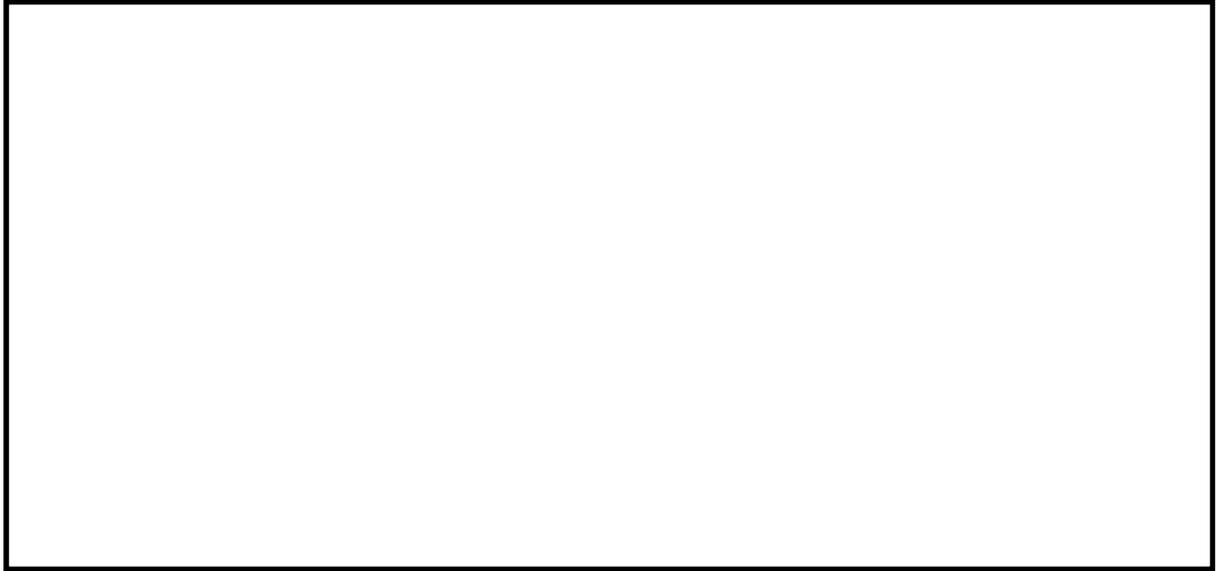


図 5.1-17 (12) 断面①の最大加速度分布 ($S_s - 3 1$ (H-, V+))

・ 検討ケース②：地盤物性のばらつきを考慮 (+1 σ) した解析ケース



図 5.1-17 (13) 断面①の最大加速度分布 ($S_s - 3 1$ (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

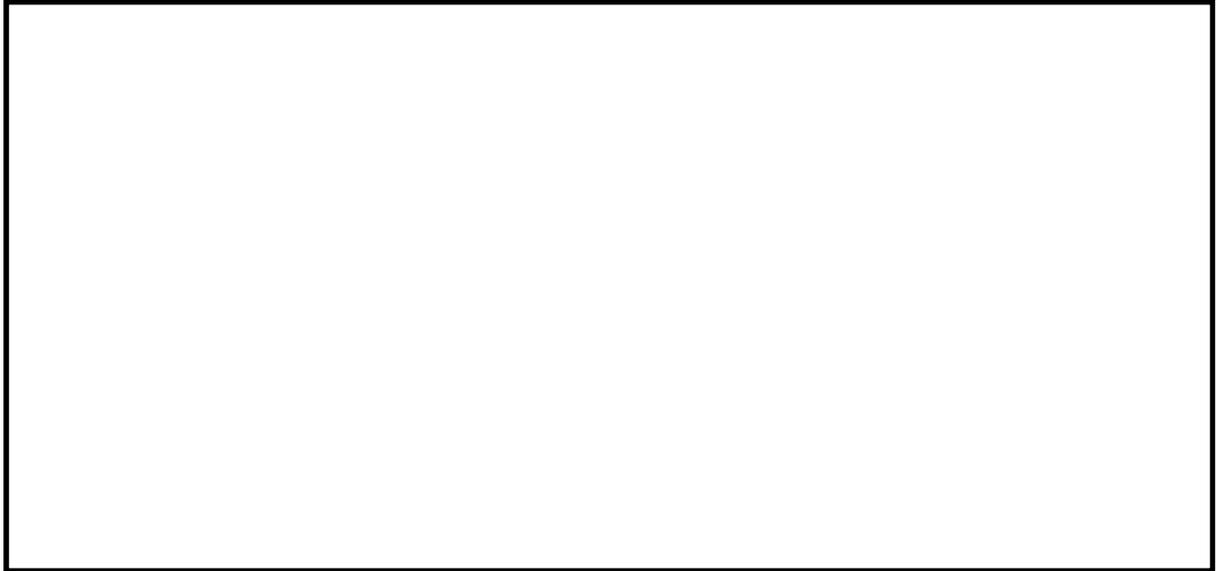


図 5.1-17 (14) 断面①の最大加速度分布 ($S_s - 3.1$ (H-, V+))

- ・検討ケース④：敷地に存在しない豊浦標準砂に基づく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 5.1-17 (15) 断面①の最大加速度分布 ($S_s - 3.1$ (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 5.1-17 (16) 断面①の最大加速度分布 ($S_s - 3.1$ (H-, V+))

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

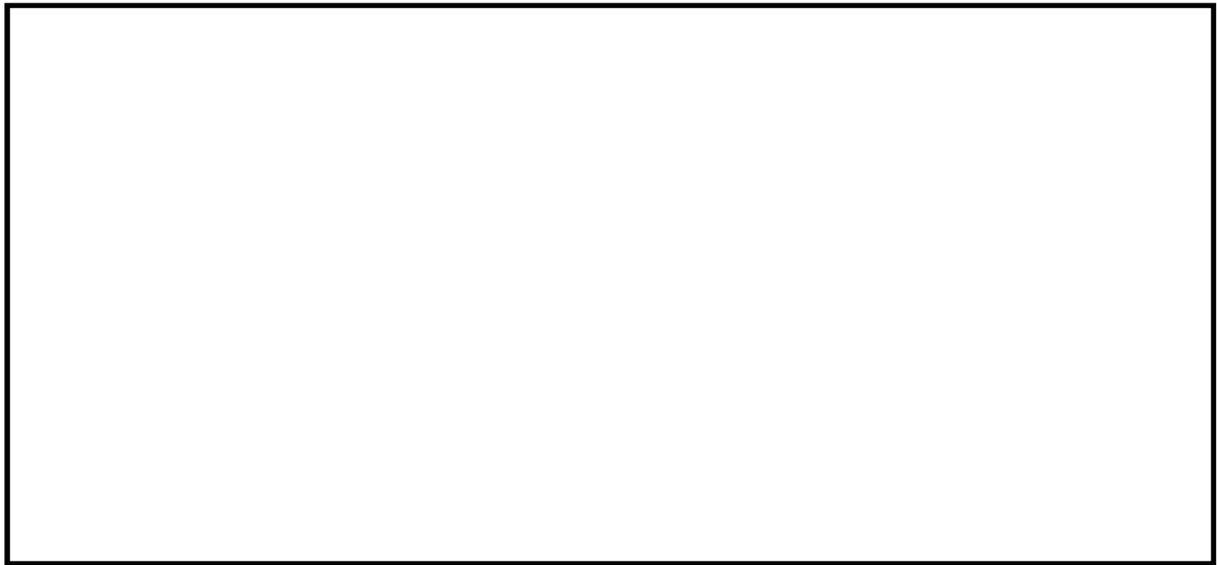


図 5.1-17 (17) 断面①の最大加速度分布 ($S_s - 3.1$ (H-, V+))

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



図 5.1-17 (18) 断面①の最大加速度分布（ $S_s = 3.1$ （H+, V+））

b. 断面②

- ・ 検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース



図 5.1-18 (1) 断面②の最大加速度分布 ($S_s-D 1 (H+, V+)$)

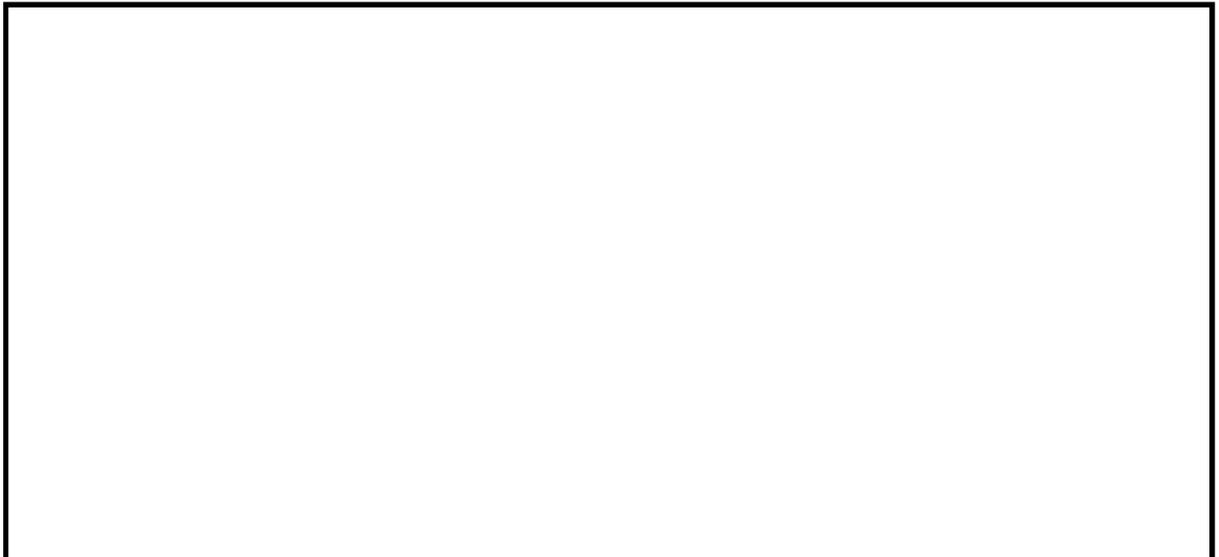


図 5.1-18 (2) 断面②の最大加速度分布 ($S_s-D 1 (H+, V-)$)

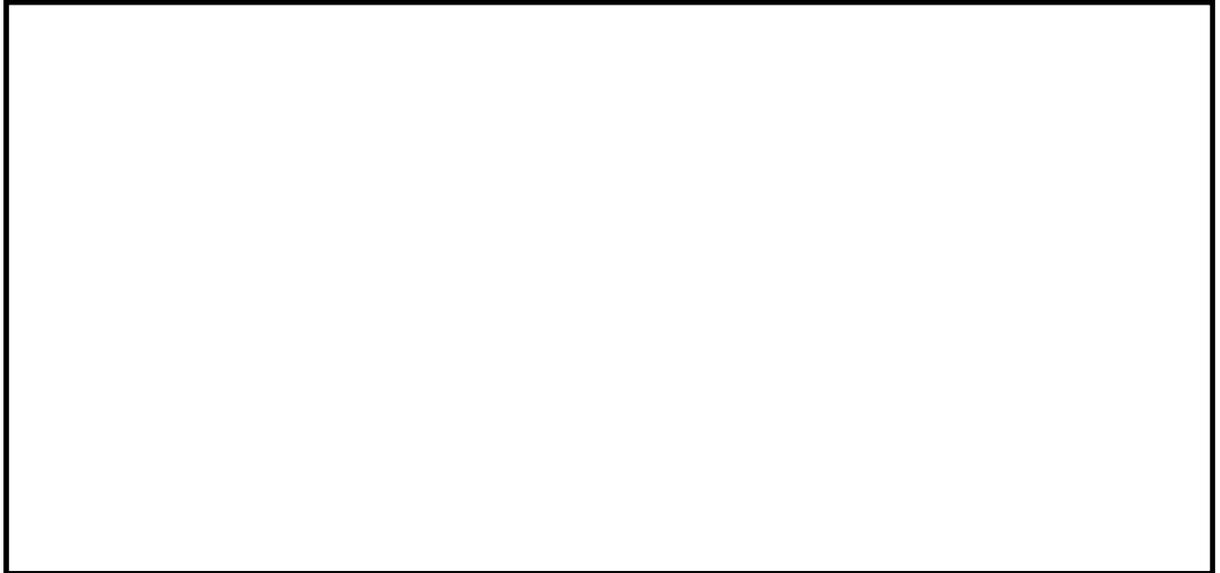


図 5.1-18 (3) 断面②の最大加速度分布 ($S_s - D 1 (H-, V+)$)



図 5.1-18 (4) 断面②の最大加速度分布 ($S_s - D 1 (H-, V-)$)

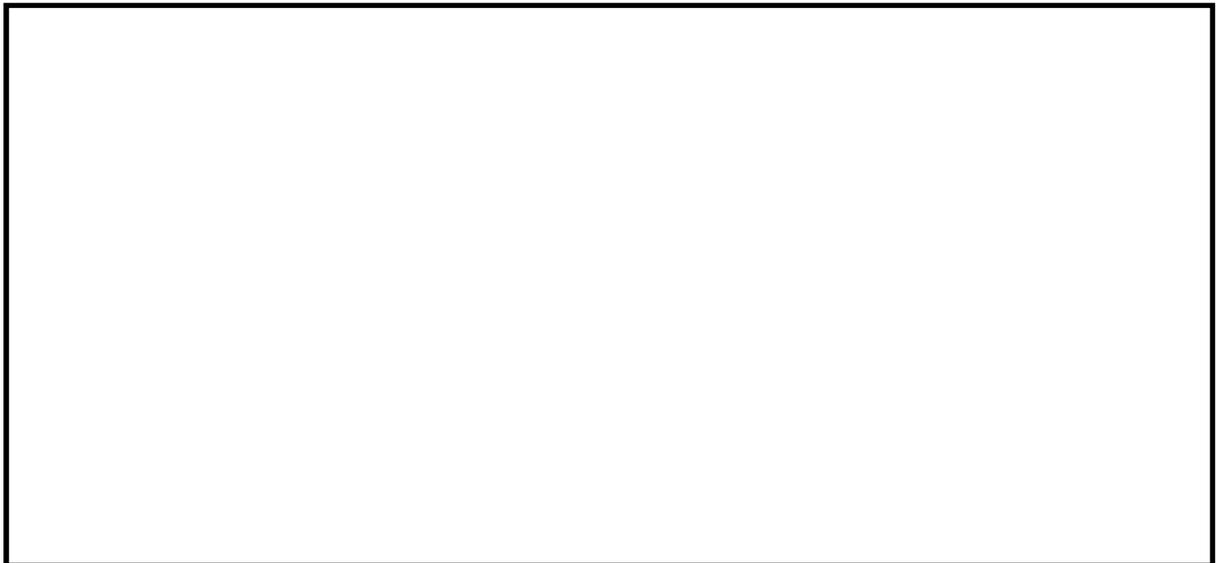


図 5.1-18 (5) 断面②の最大加速度分布 ($S_s - 1 1$)

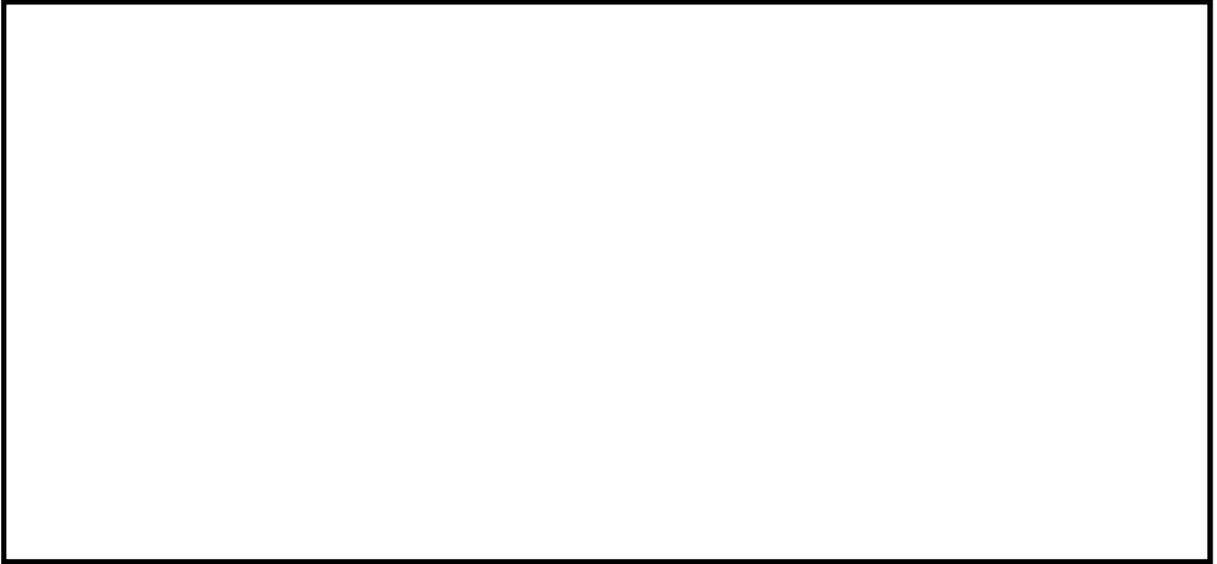


図 5.1-18 (6) 断面②の最大加速度分布 ($S_s - 1 2$)

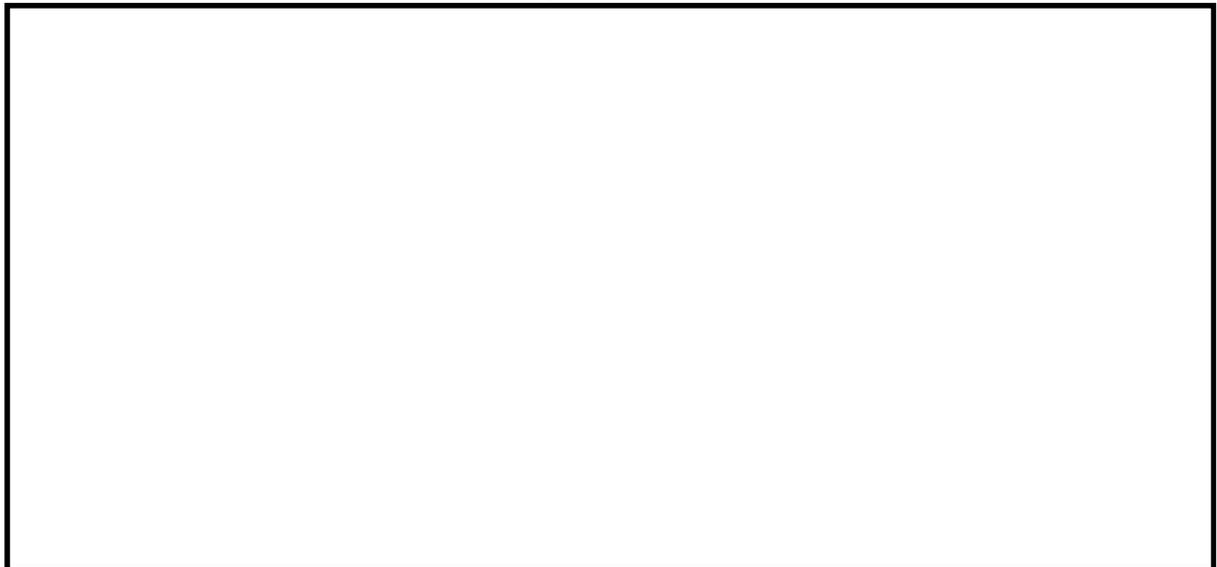


図 5.1-18 (7) 断面②の最大加速度分布 ($S_s - 1 3$)



図 5.1-18 (8) 断面②の最大加速度分布 ($S_s - 1 4$)

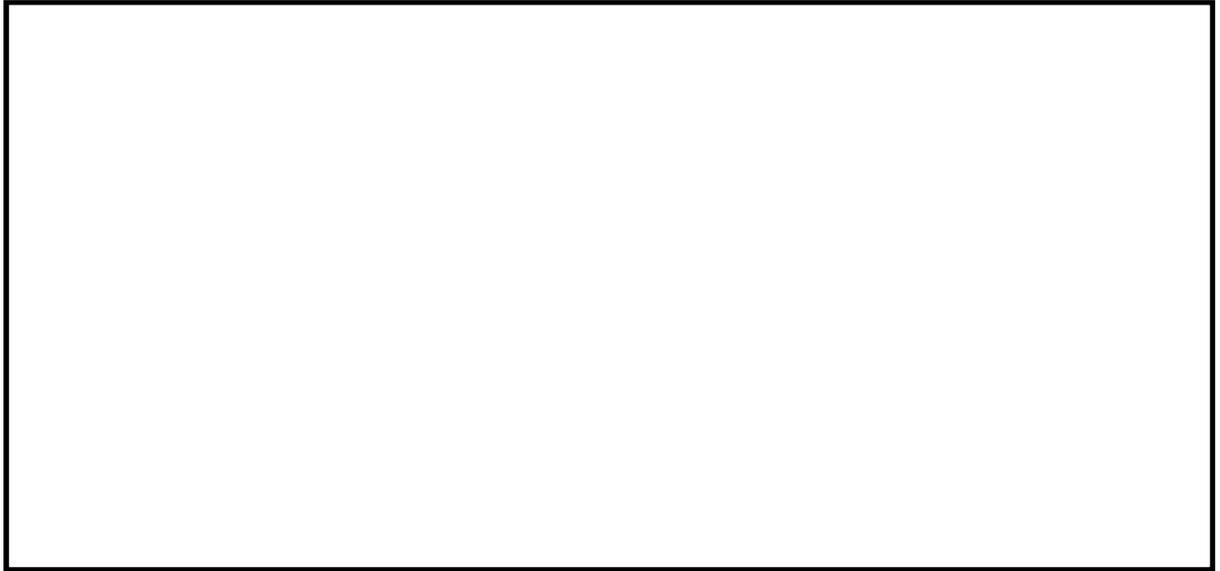


図 5.1-18 (9) 断面②の最大加速度分布 ($S_s - 2 1$)

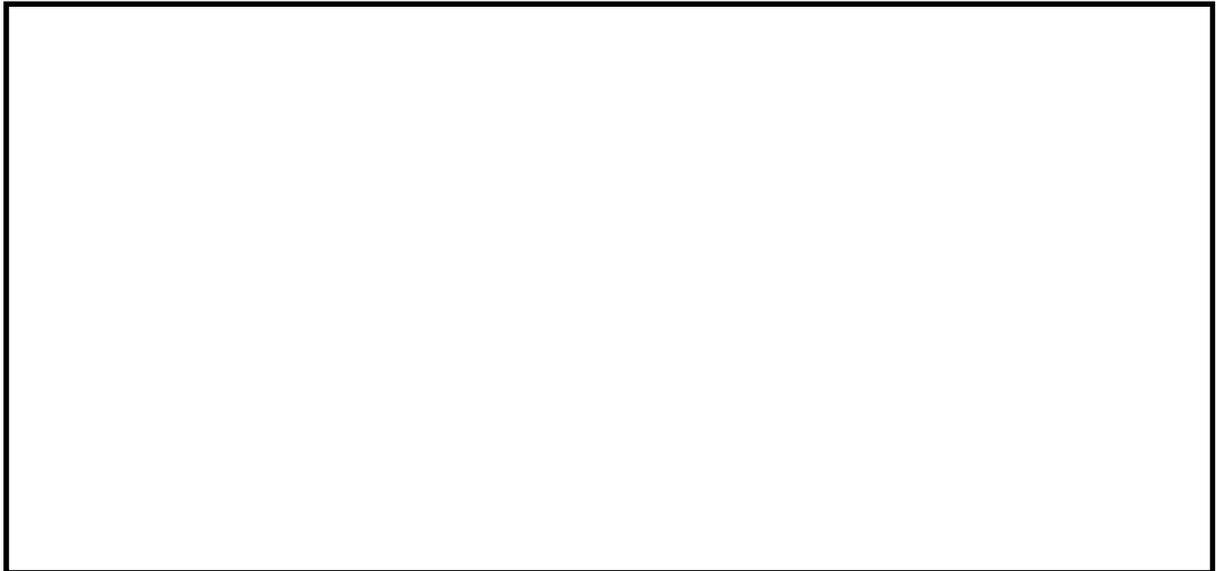


図 5.1-18 (10) 断面②の最大加速度分布 ($S_s - 2 2$)

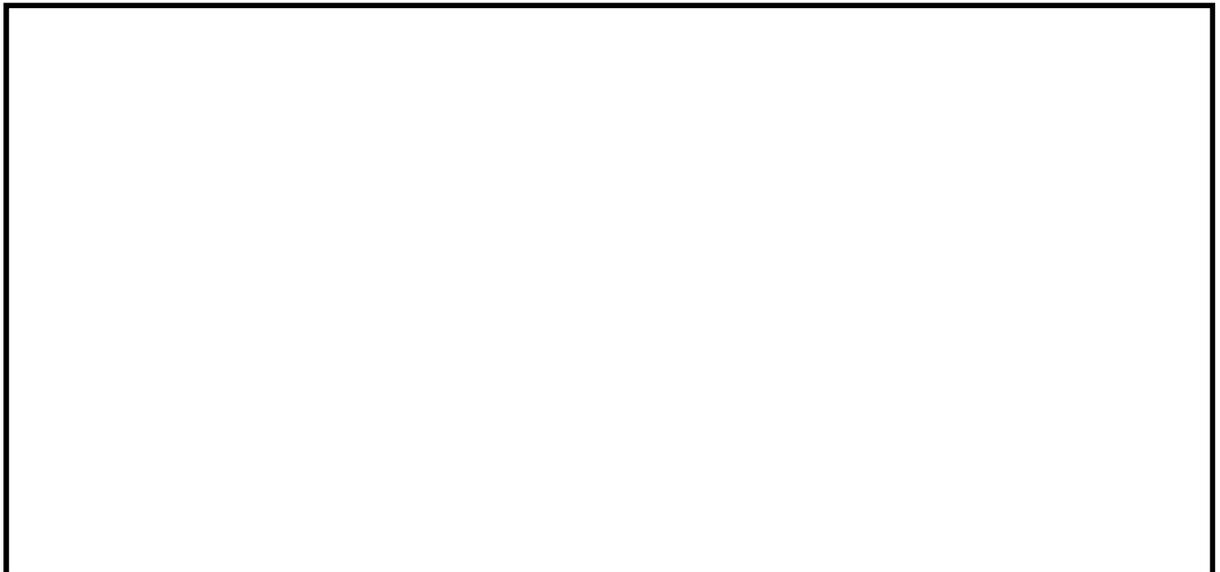


図 5.1-18 (11) 断面②の最大加速度分布 ($S_s - 3 1$ (H+, V+))



図 5.1-18 (12) 断面②の最大加速度分布 ($S_s - 3 1$ (H-, V+))

・検討ケース②：地盤物性のばらつきを考慮 (+1 σ) した解析ケース

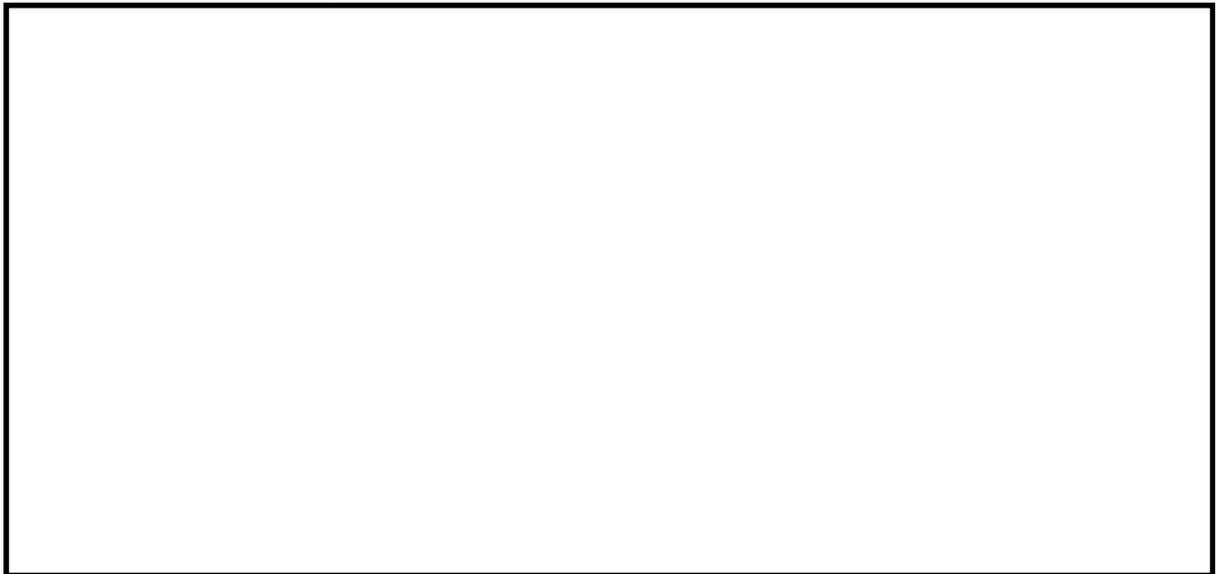


図 5.1-18 (13) 断面②の最大加速度分布 ($S_s - 3 1$ (H-, V+))

- ・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

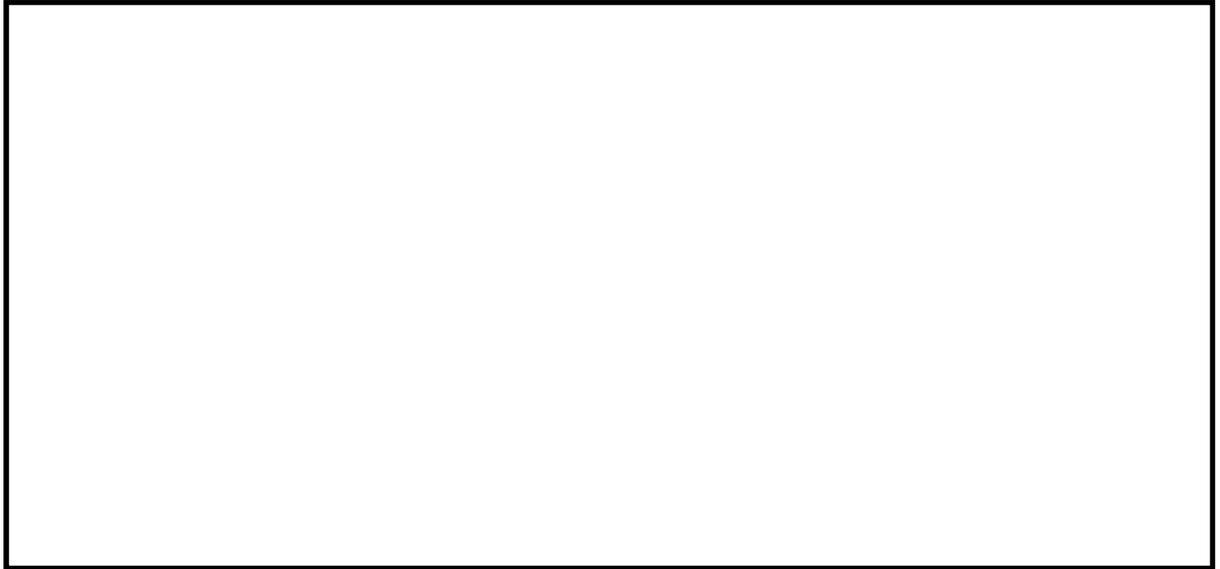


図 5.1-18 (14) 断面②の最大加速度分布 ($S_s - 3.1$ (H-, V+))

- ・検討ケース④：敷地に存在しない豊浦標準砂に基づく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 5.1-18 (15) 断面②の最大加速度分布 ($S_s - 3.1$ (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 5.1-18 (16) 断面②の最大加速度分布 ($S_s - 3.1$ (H-, V+))

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

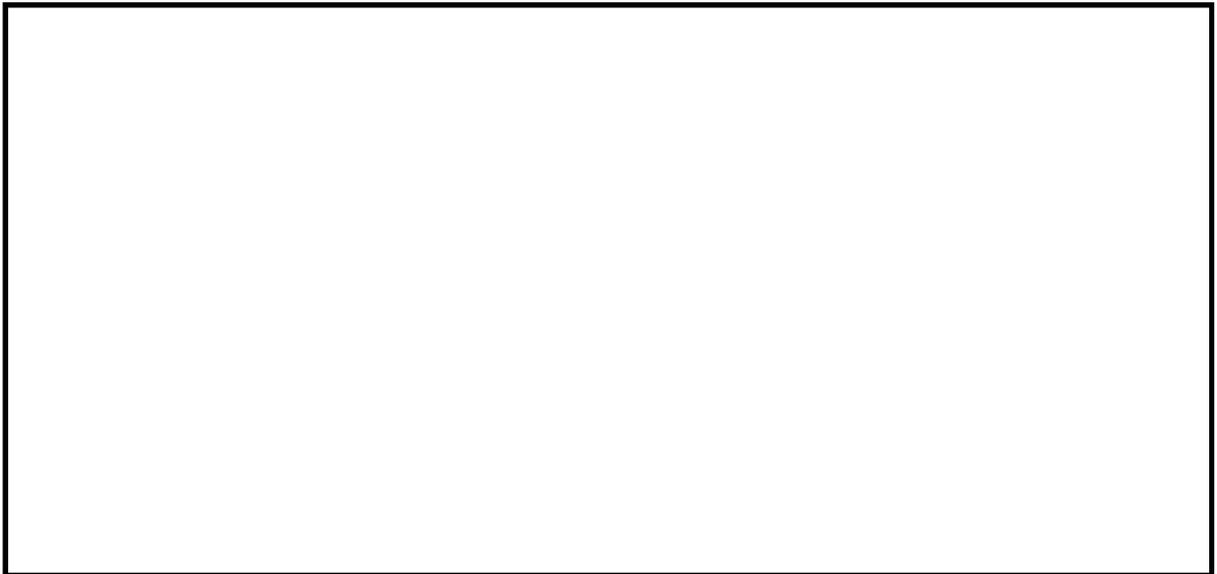


図 5.1-18 (17) 断面②の最大加速度分布 ($S_s - 3.1$ (H-, V+))

- ・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

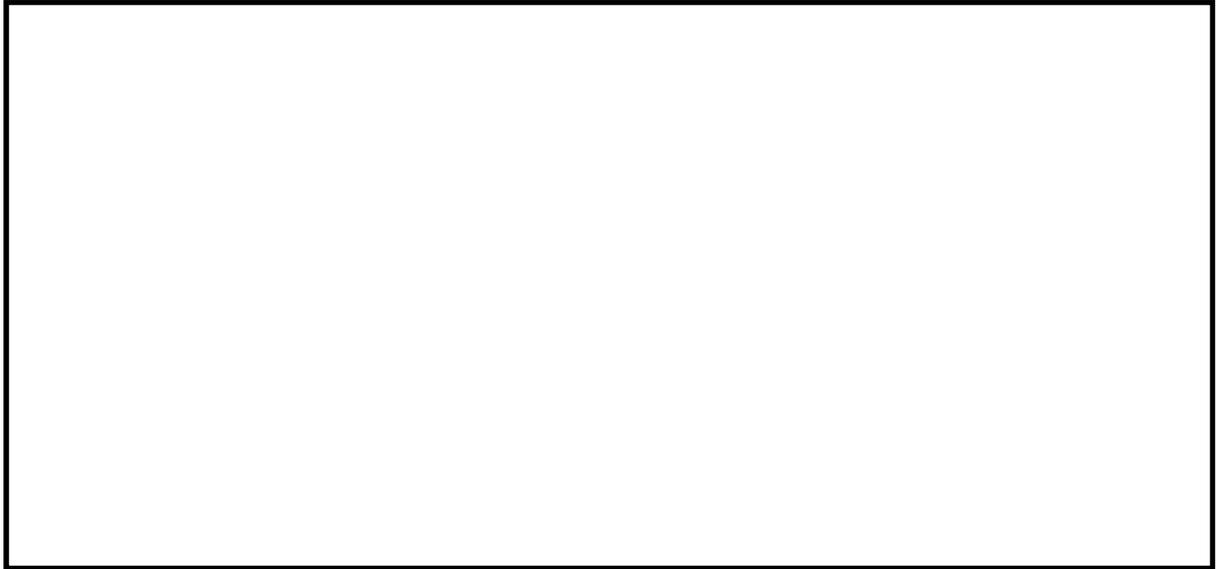


図 5.1-18 (18) 断面②の最大加速度分布 ($S_s - 3.1 (H+, V+)$)

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



図 5.1-18 (19) 断面②の最大加速度分布 ($S_s - 3.1 (H+, V+)$)

c. 断面③

- ・検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース



図 5.1-19 (1) 断面③の最大加速度分布 ($S_s-D1 (H+, V+)$)



図 5.1-19 (2) 断面③の最大加速度分布 ($S_s-D1 (H+, V-)$)



図 5.1-19 (3) 断面③の最大加速度分布 ($S_s-D1 (H-, V+)$)

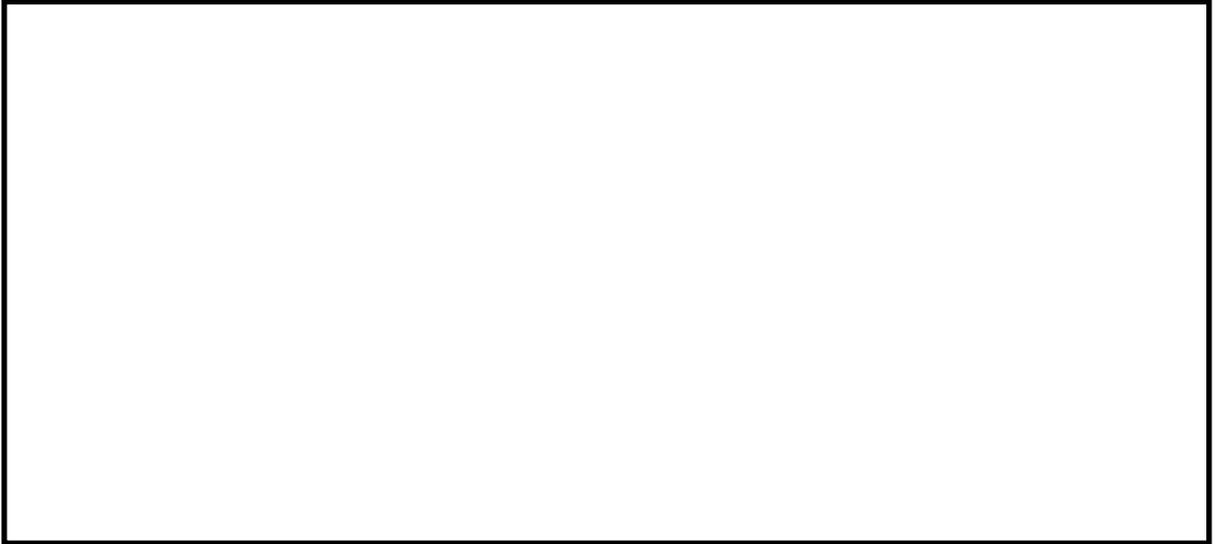


図 5.1-19 (4) 断面③の最大加速度分布 ($S_s - D 1$ (H-, V-))



図 5.1-19 (5) 断面③の最大加速度分布 ($S_s - 1 1$)



図 5.1-19 (6) 断面③の最大加速度分布 ($S_s - 1 2$)

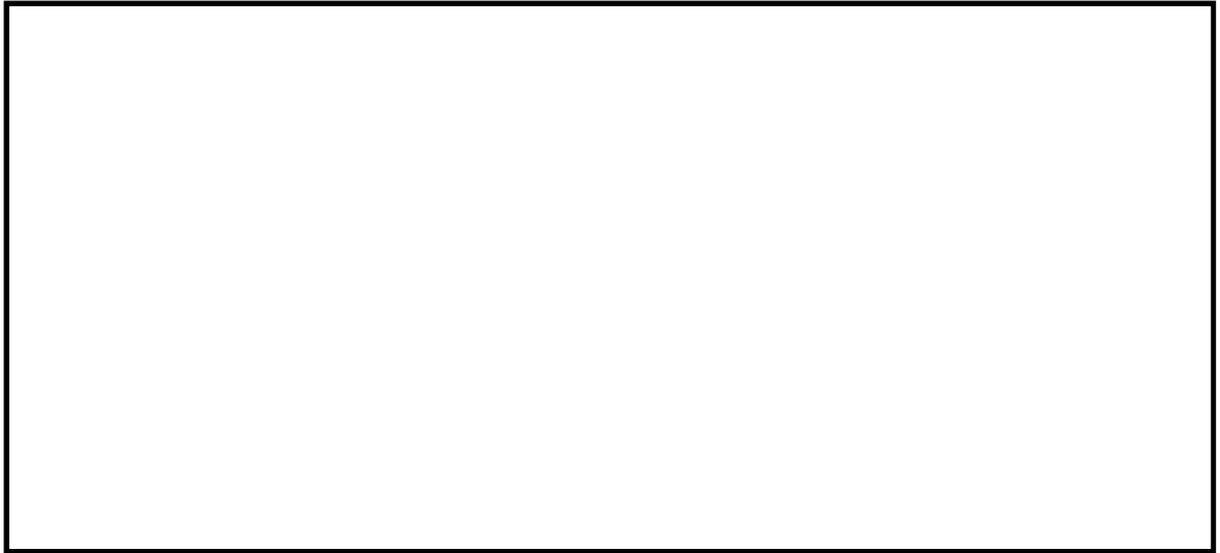


図 5.1-19 (7) 断面③の最大加速度分布 ($S_s - 13$)



図 5.1-19 (8) 断面③の最大加速度分布 ($S_s - 14$)

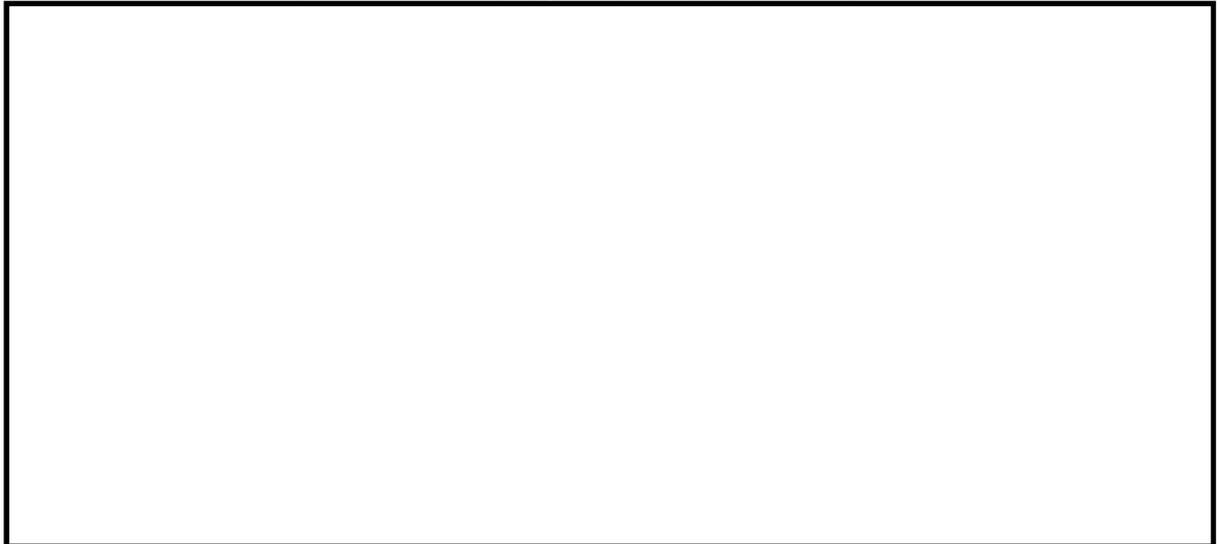


図 5.1-19 (9) 断面③の最大加速度分布 ($S_s - 21$)

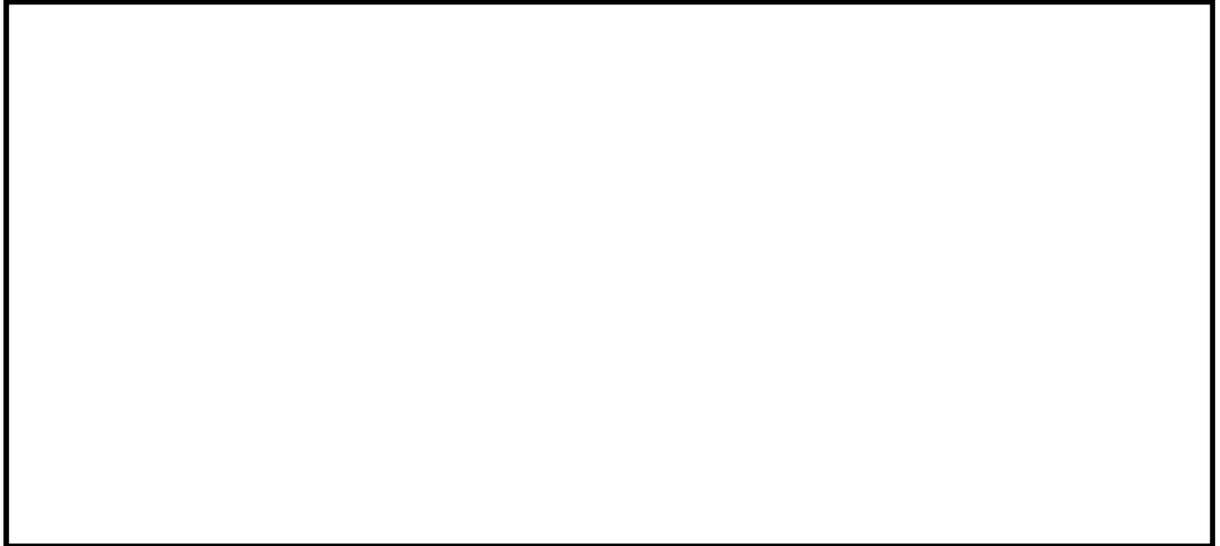


図 5.1-19 (10) 断面③の最大加速度分布 ($S_s - 2 2$)

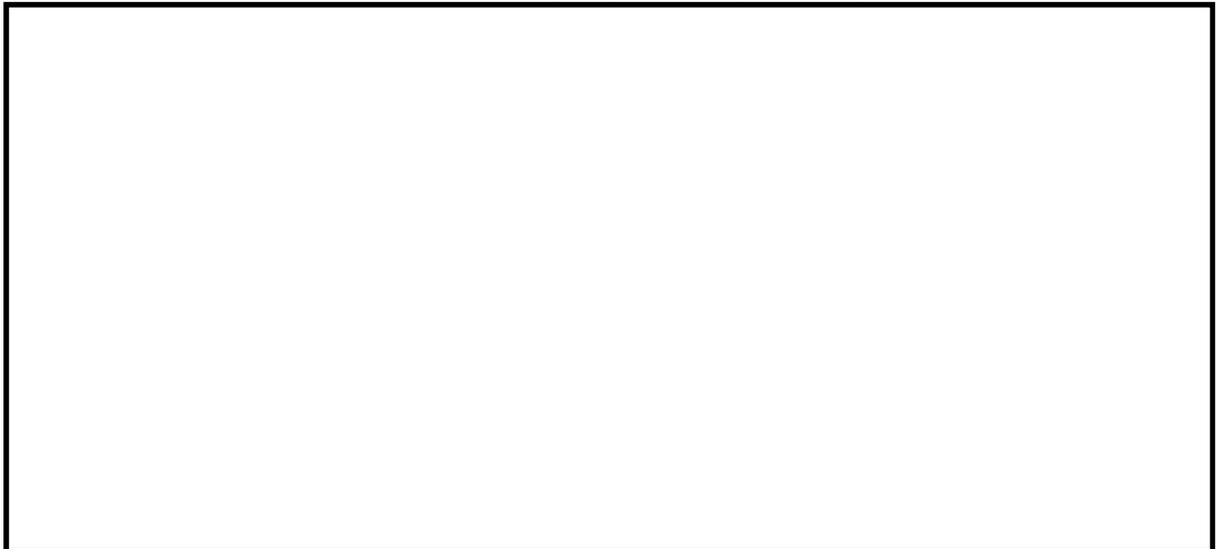


図 5.1-19 (11) 断面③の最大加速度分布 ($S_s - 3 1 (H+, V+)$)



図 5.1-19 (12) 断面③の最大加速度分布 ($S_s - 3 1 (H-, V+)$)

- ・検討ケース②：地盤物性のばらつきを考慮（+1 σ ）した解析ケース



図 5.1-19 (13) 断面③の最大加速度分布（ $S_s - D 1$ （H+, V+））

- ・検討ケース③：地盤物性のばらつきを考慮（-1 σ ）した解析ケース

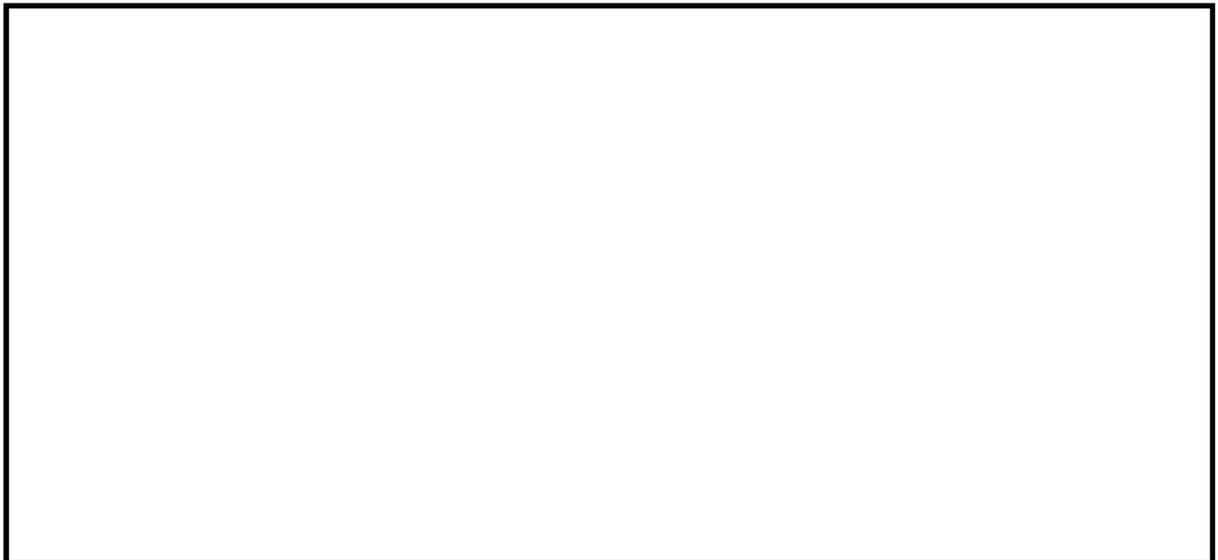


図 5.1-19 (14) 断面③の最大加速度分布（ $S_s - D 1$ （H+, V+））

- ・ 検討ケース④：敷地に存在しない豊浦標準砂に基づく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

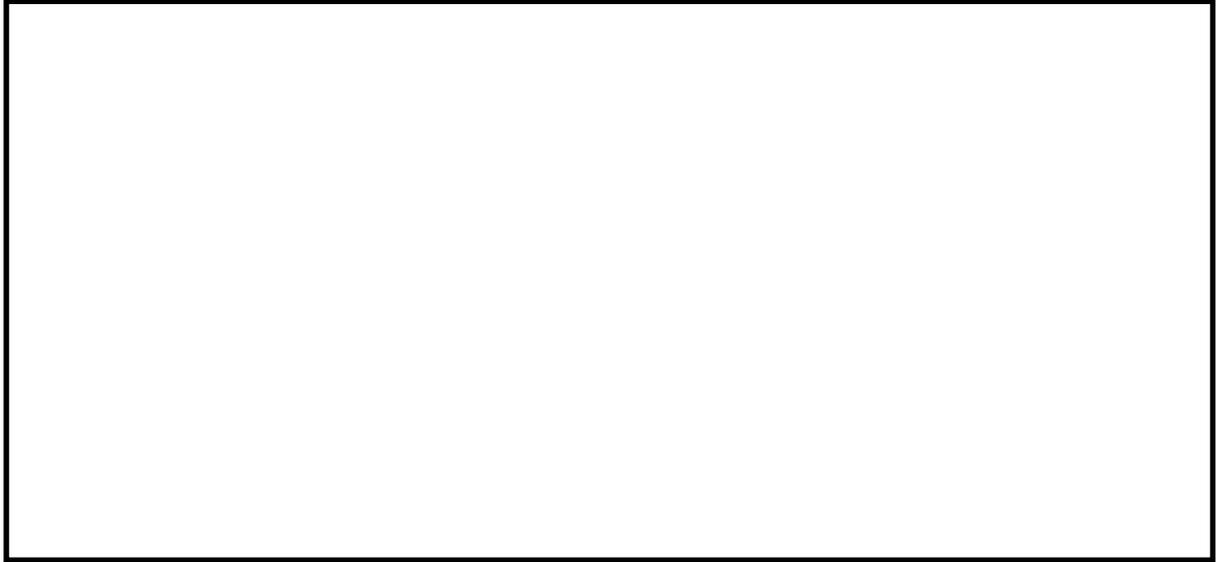


図 5.1-19 (15) 断面③の最大加速度分布 ($S_s - D 1 (H+, V+)$)

- ・ 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

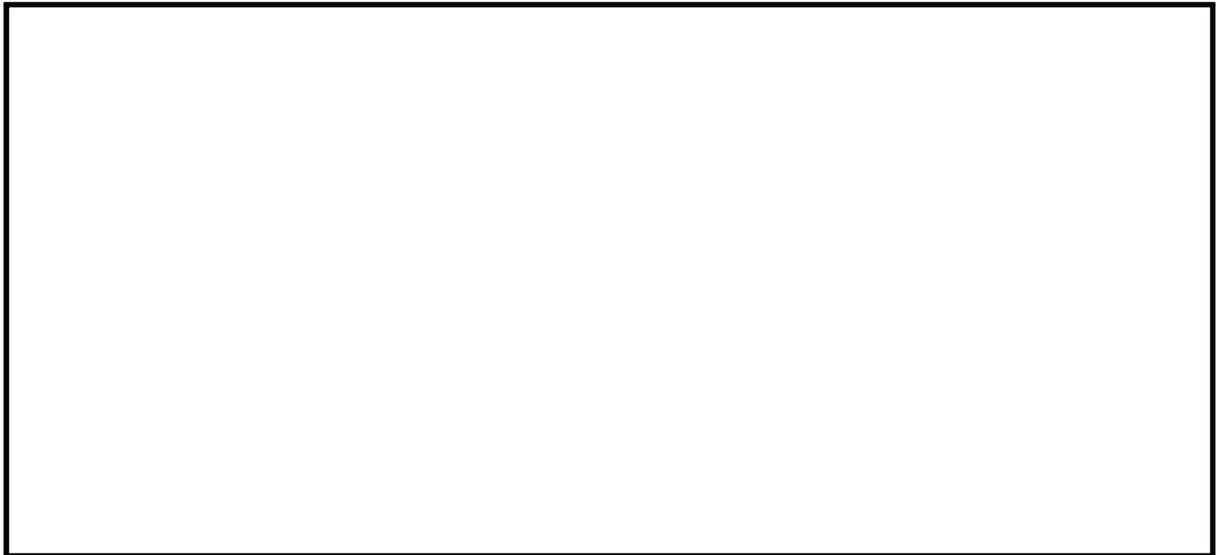


図 5.1-19 (16) 断面③の最大加速度分布 ($S_s - D 1 (H+, V+)$)

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

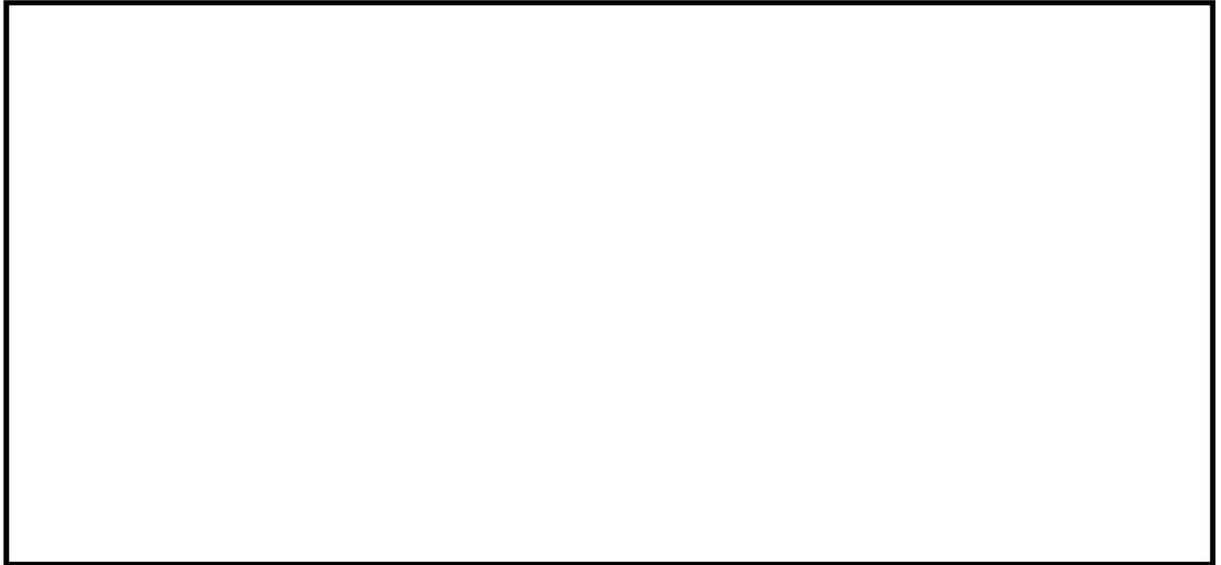


図 5.1-19 (17) 断面③の最大加速度分布（ $S_s - D 1$ （H+, V+））

- ・検討ケース②：地盤物性のばらつきを考慮（+1 σ ）した解析ケース

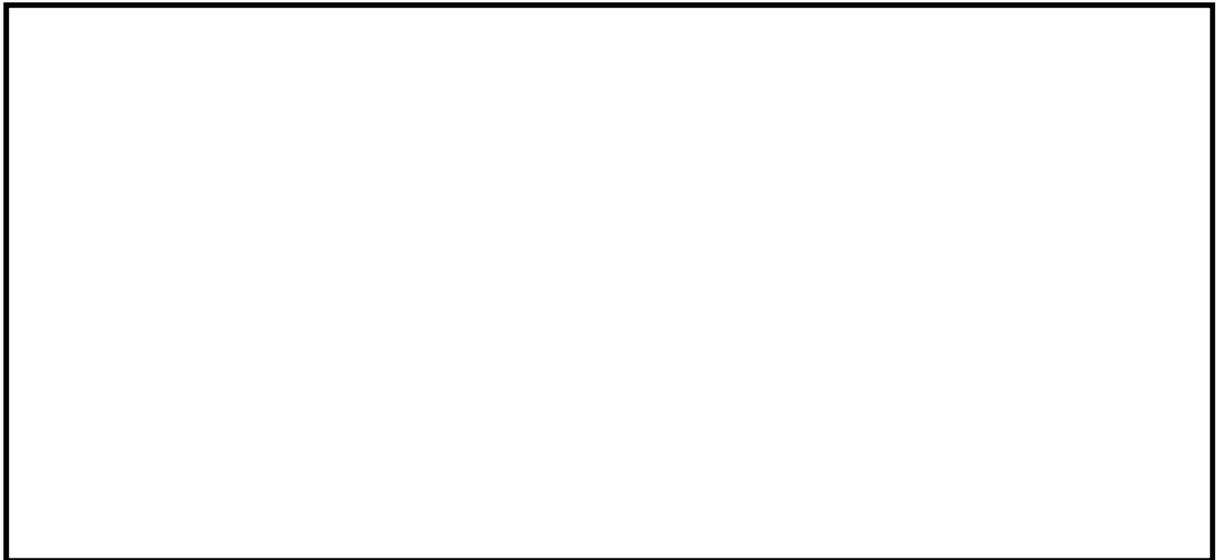


図 5.1-19 (18) 断面③の最大加速度分布（ $S_s - D 1$ （H+, V-））

d. 断面④

- ・ 検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース



図 5.1-20 (1) 断面④の最大加速度分布 (S_s-D1 (H+, V+))

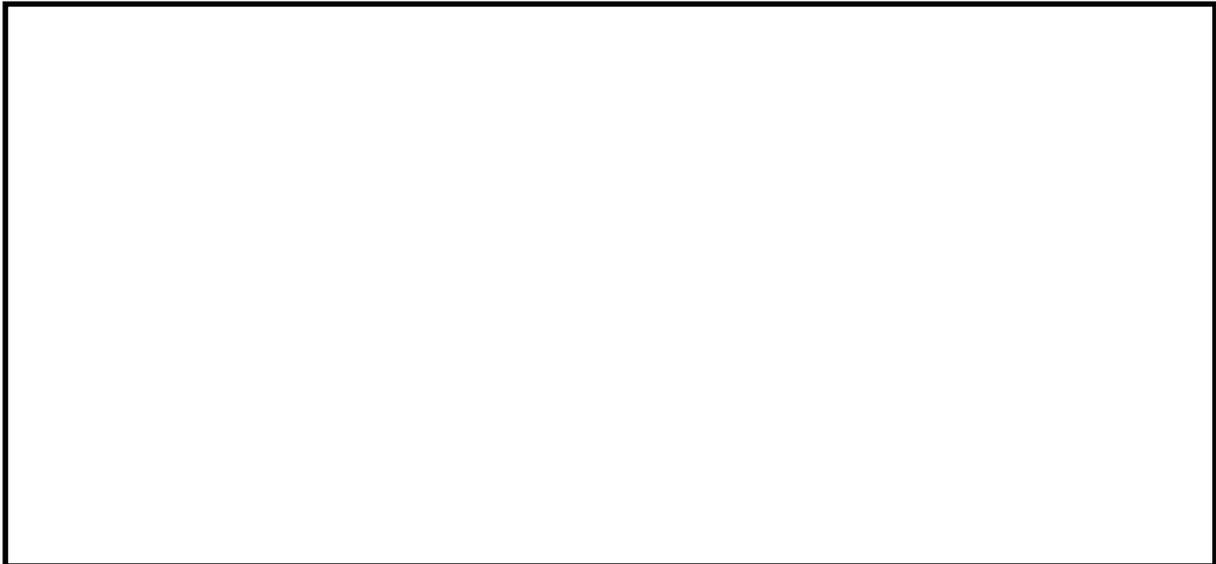


図 5.1-20 (2) 断面④の最大加速度分布 (S_s-D1 (H+, V-))



図 5.1-20 (3) 断面④の最大加速度分布 ($S_s - D 1 (H-, V+)$)

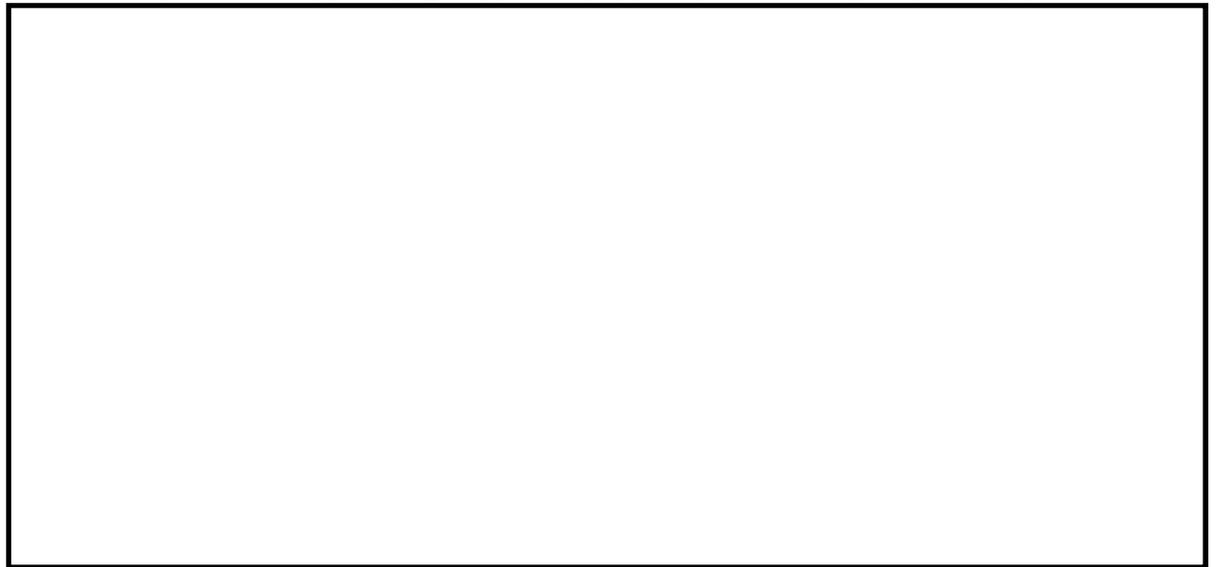


図 5.1-20 (4) 断面④の最大加速度分布 ($S_s - D 1 (H-, V-)$)



図 5.1-20 (5) 断面④の最大加速度分布 ($S_s - 1 1$)



図 5.1-20 (6) 断面④の最大加速度分布 ($S_s - 1 2$)

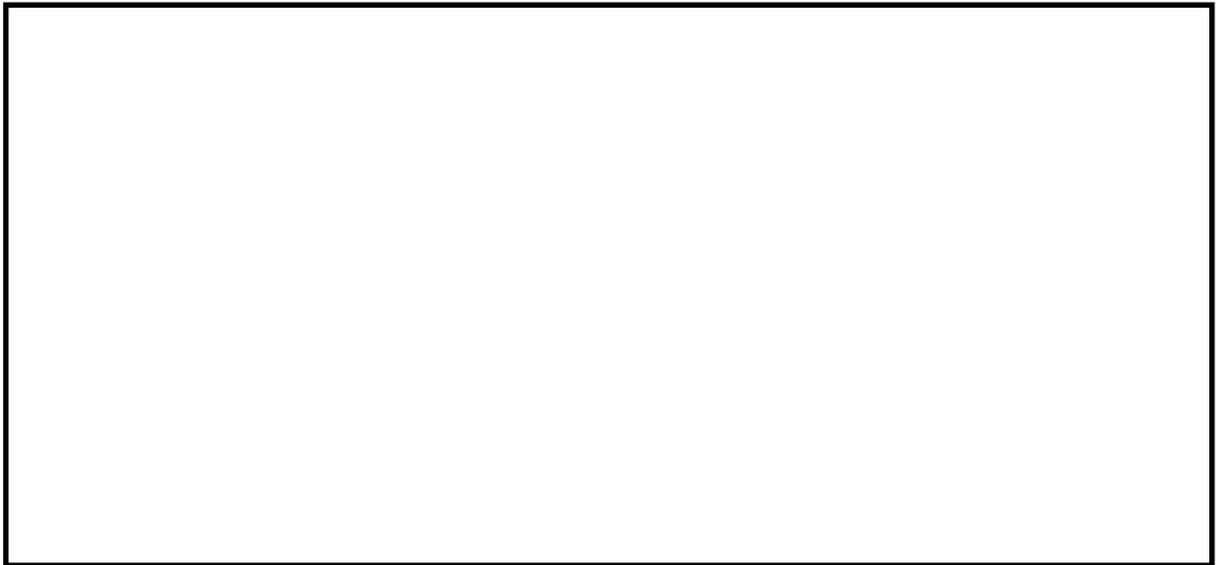


図 5.1-20 (7) 断面④の最大加速度分布 ($S_s - 1 3$)



図 5.1-20 (8) 断面④の最大加速度分布 ($S_s - 1 4$)

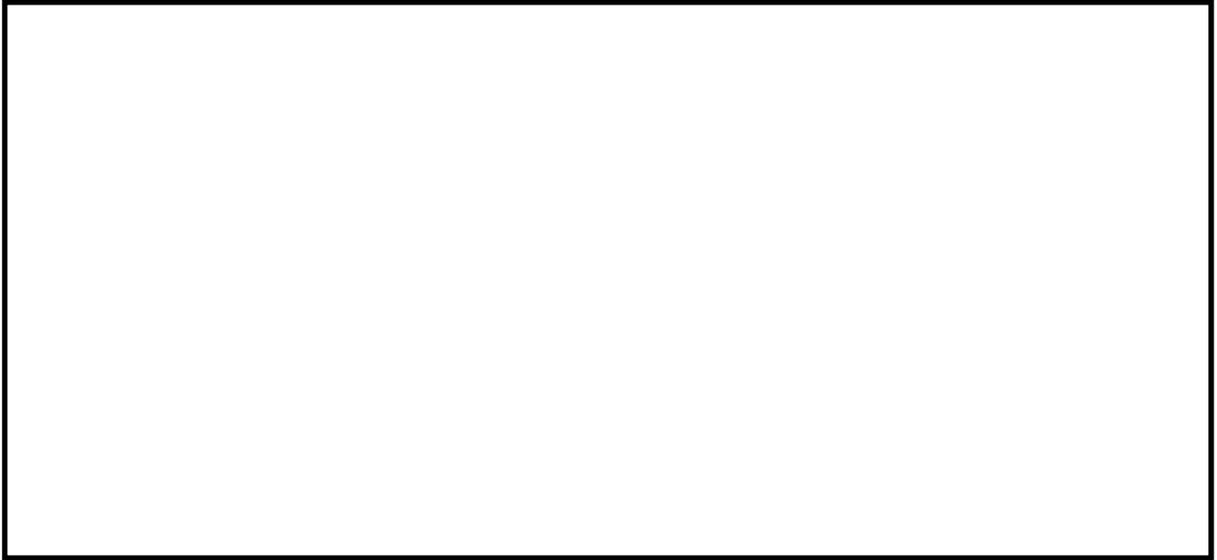


図 5.1-20 (9) 断面④の最大加速度分布 ($S_s - 2 1$)

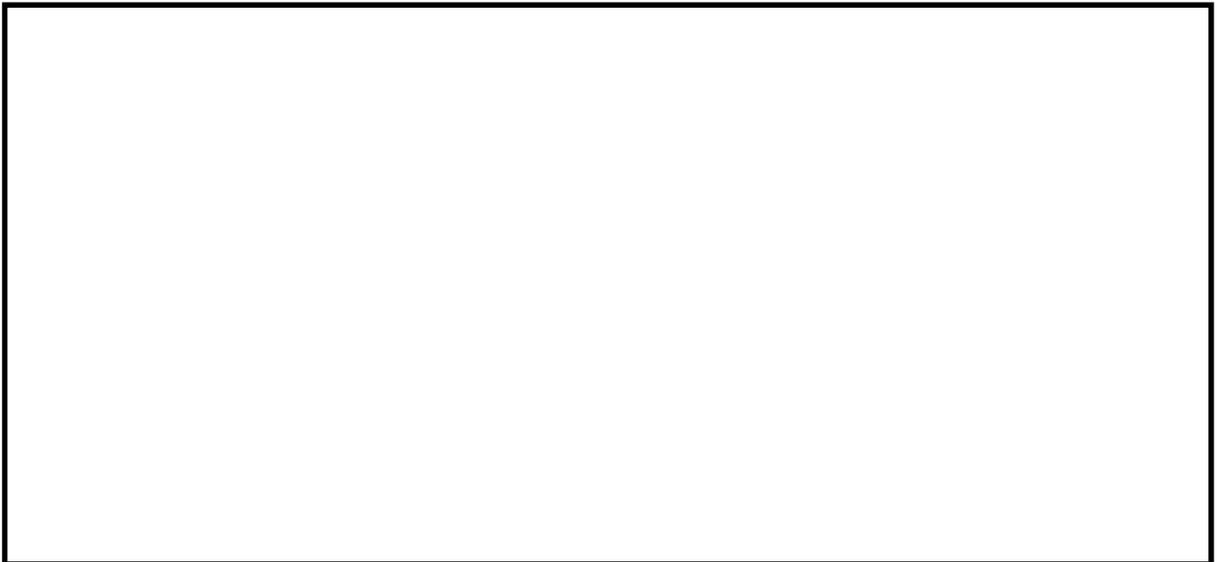


図 5.1-20 (10) 断面④の最大加速度分布 ($S_s - 2 2$)



図 5.1-20 (11) 断面④の最大加速度分布 ($S_s - 3 1 (H+, V+)$)



図 5.1-20 (12) 断面④の最大加速度分布 ($S_s - 3.1 (H-, V+)$)

・検討ケース②：地盤物性のばらつきを考慮 ($+1\sigma$) した解析ケース

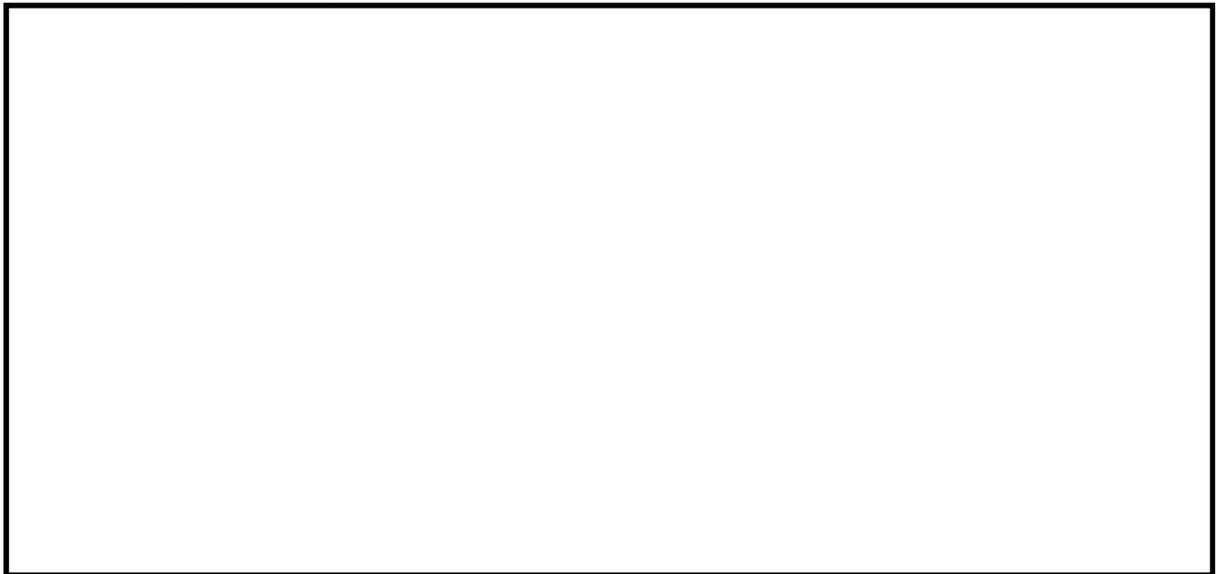


図 5.1-20 (13) 断面④の最大加速度分布 ($S_s - D.1 (H+, V+)$)

- ・ 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

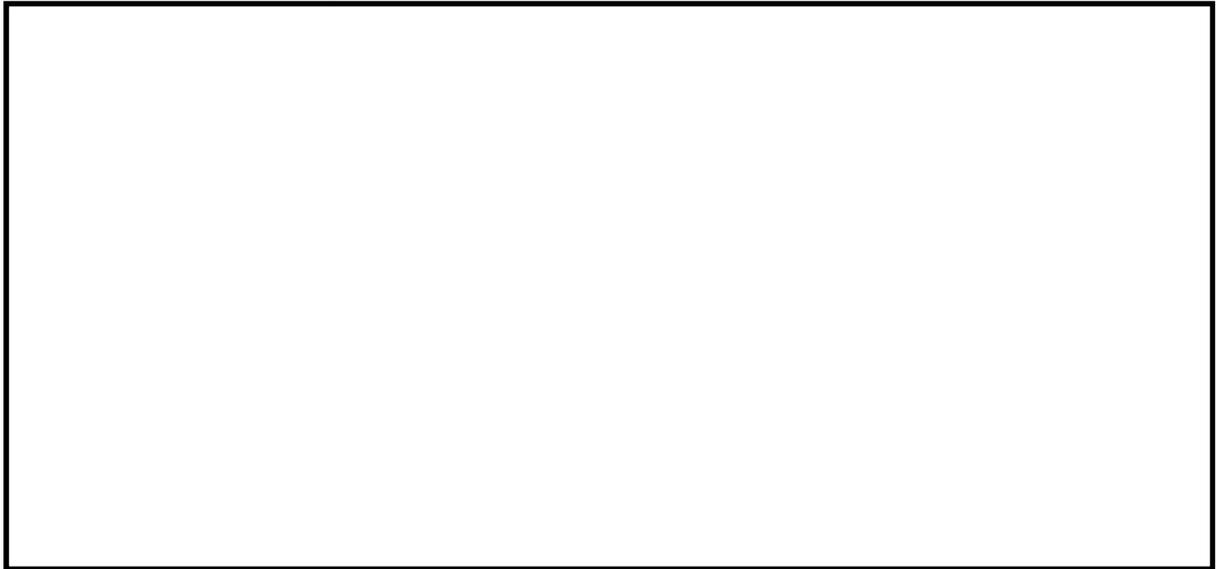


図 5.1-20 (14) 断面④の最大加速度分布 ($S_s-D1 (H+, V+)$)

- ・ 検討ケース④：敷地に存在しない豊浦標準砂に基づく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

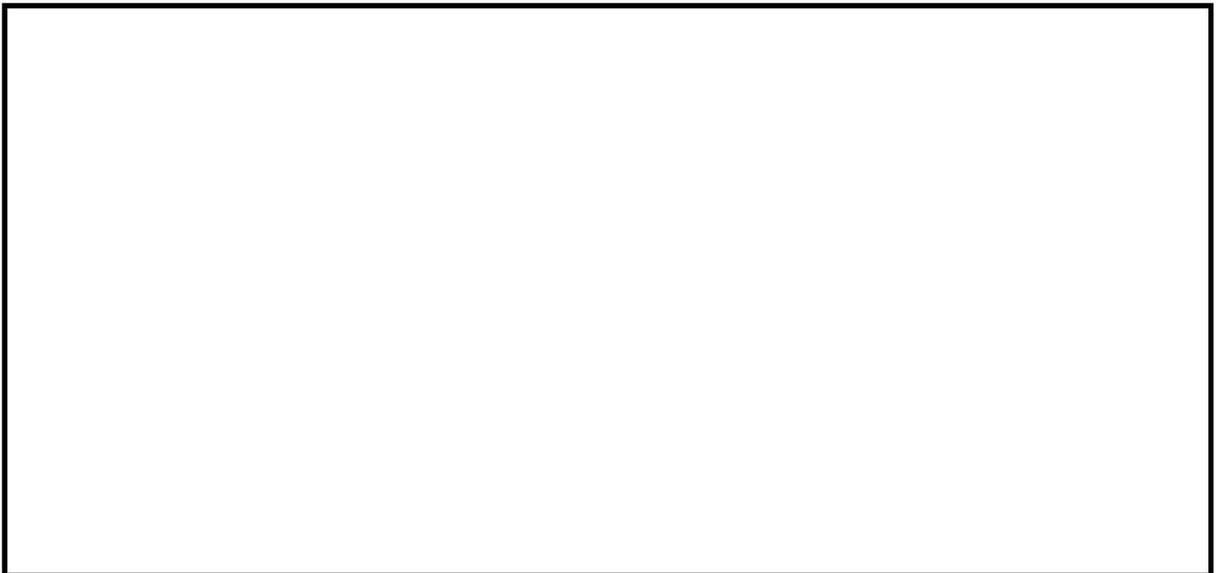


図 5.1-20 (15) 断面④の最大加速度分布 ($S_s-D1 (H+, V+)$)

- ・ 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 5.1-20 (16) 断面④の最大加速度分布 ($S_s-D1 (H+, V+)$)

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



図 5.1-20 (17) 断面④の最大加速度分布 ($S_s-D1 (H+, V+)$)

- ・ 検討ケース④：敷地に存在しない豊浦標準砂に基づく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

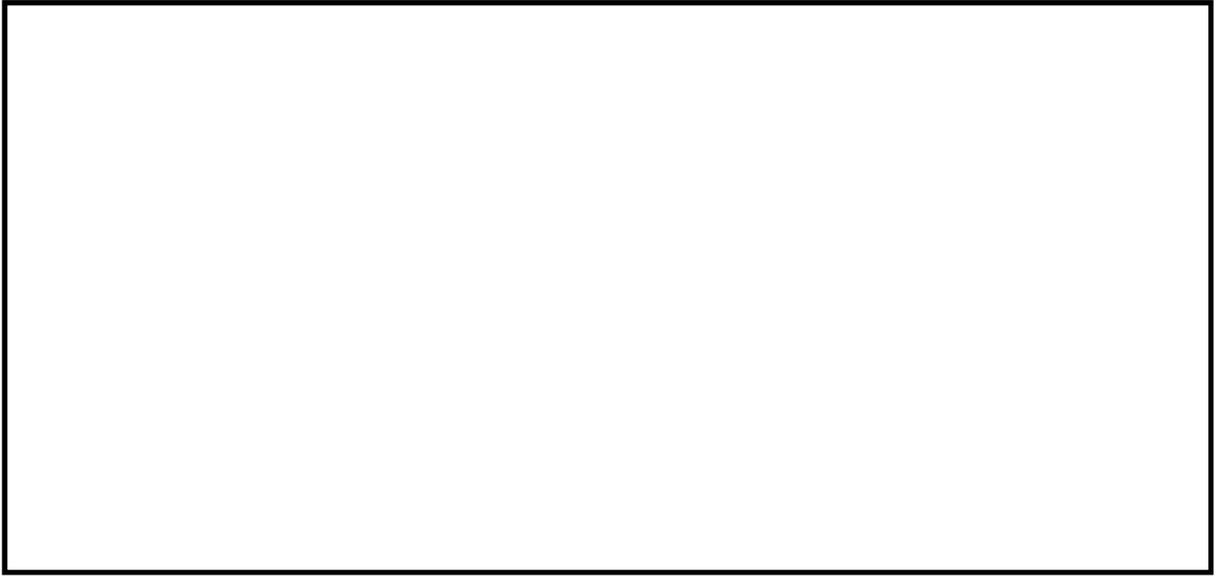


図 5.1-20 (18) 断面④の最大加速度分布 ($S_s - D 1$ (H+, V-))

e. 断面⑤

- ・ 検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース

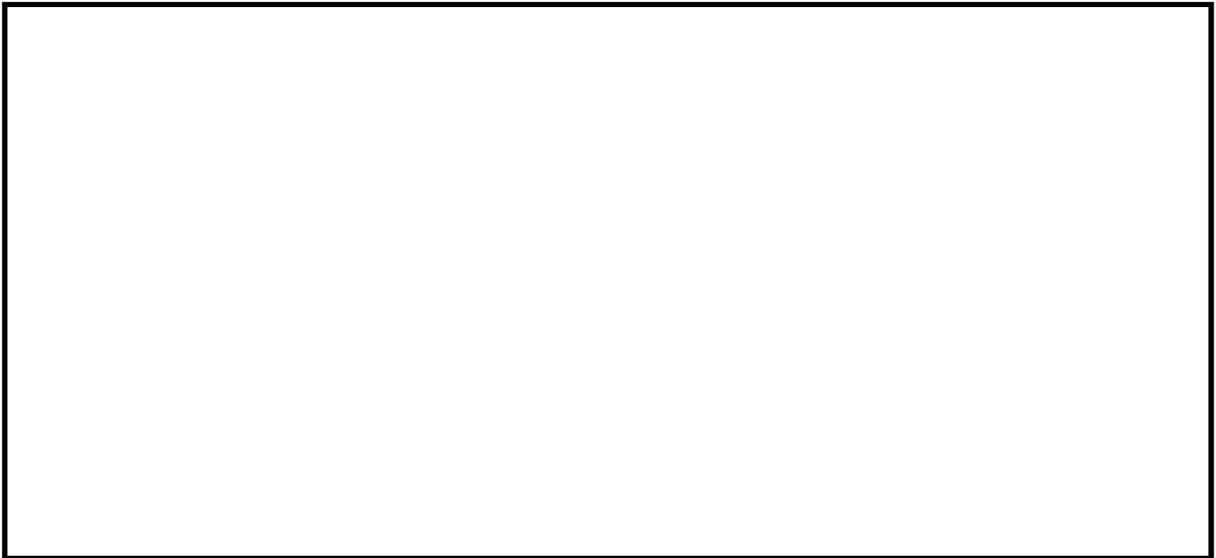


図 5.1-21 (1) 断面⑤の最大加速度分布 ($S_s-D1 (H+, V+)$)



図 5.1-21 (2) 断面⑤の最大加速度分布 ($S_s-D1 (H+, V-)$)



図 5.1-21 (3) 断面⑤の最大加速度分布 ($S_s - D 1 (H-, V+)$)

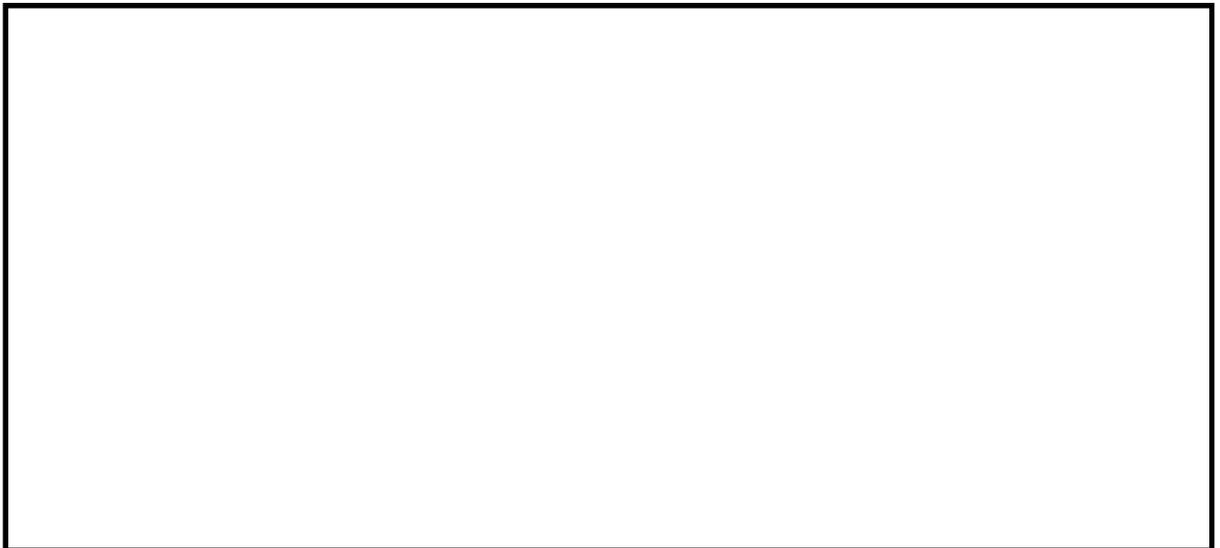


図 5.1-21 (4) 断面⑤の最大加速度分布 ($S_s - D 1 (H-, V-)$)



図 5.1-21 (5) 断面⑤の最大加速度分布 ($S_s - 1 1$)



図 5.1-21 (6) 断面⑤の最大加速度分布 ($S_s - 1 2$)

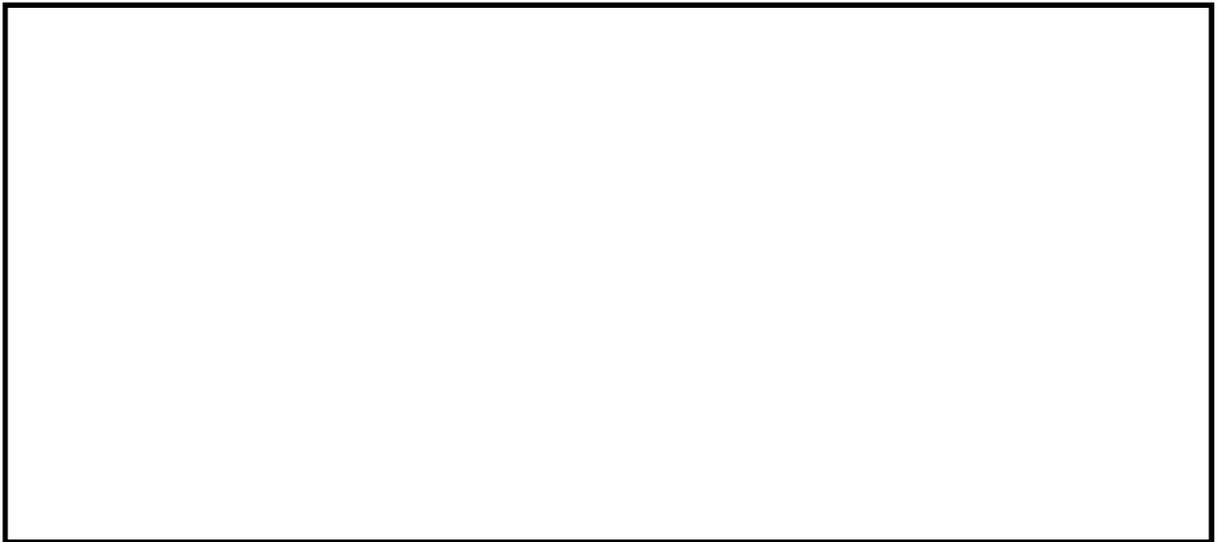


図 5.1-21 (7) 断面⑤の最大加速度分布 ($S_s - 1 3$)

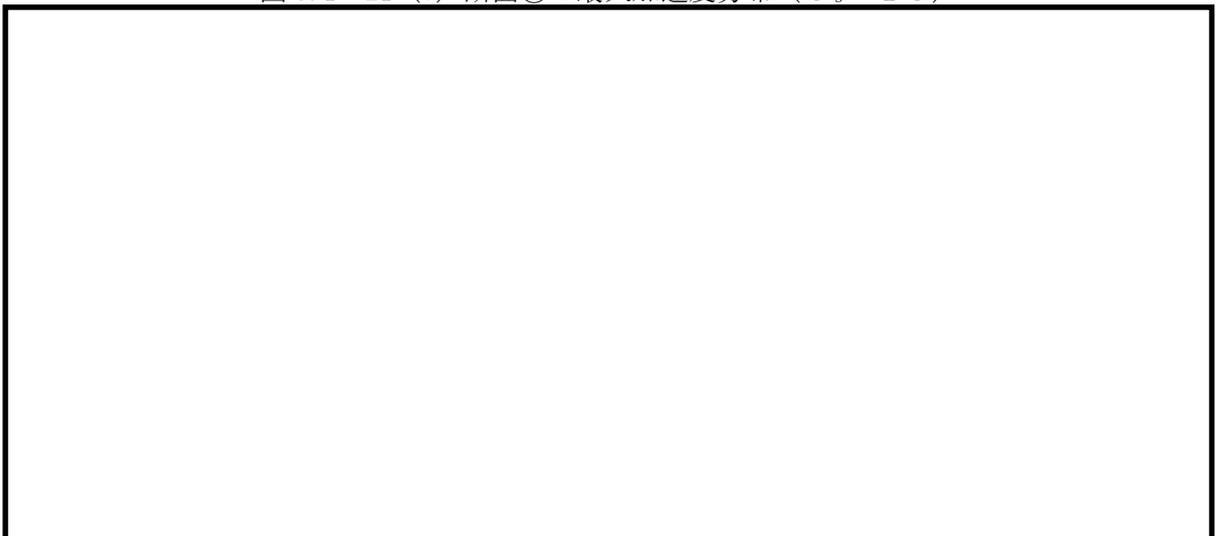


図 5.1-21 (8) 断面⑤の最大加速度分布 ($S_s - 1 4$)



図 5.1-21 (9) 断面⑤の最大加速度分布 ($S_s - 2 1$)



図 5.1-21 (10) 断面⑤の最大加速度分布 ($S_s - 2 2$)

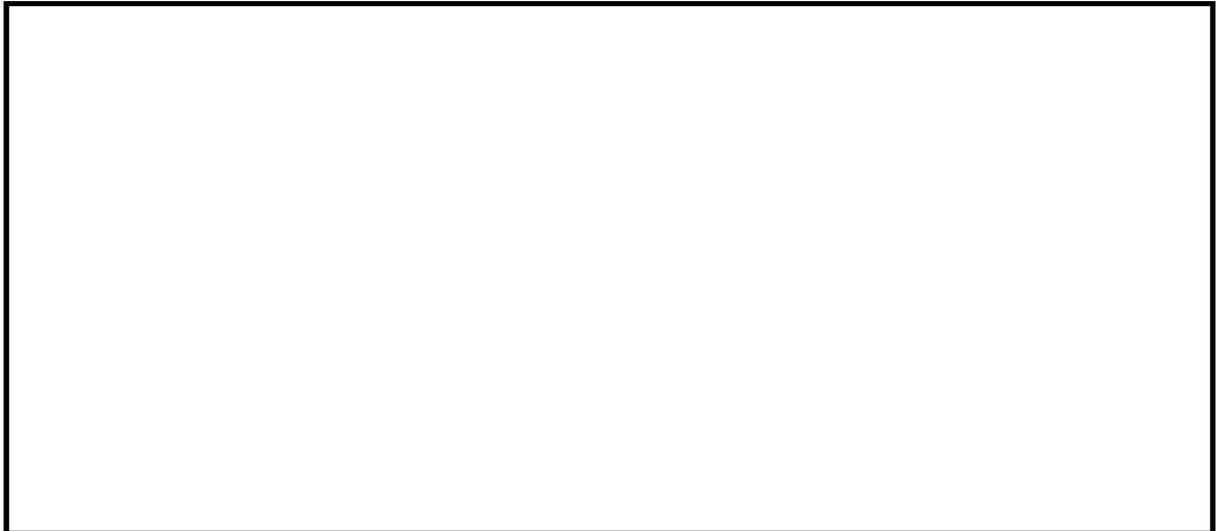


図 5.1-21 (11) 断面⑤の最大加速度分布 ($S_s - 3 1 (H+, V+)$)



図 5.1-21 (12) 断面⑤の最大加速度分布 ($S_s - 3 1 (H-, V+)$)

- ・ 検討ケース②：地盤物性のばらつきを考慮 ($+1\sigma$) した解析ケース



図 5.1-21 (13) 断面⑤の最大加速度分布 ($S_s - D 1 (H+, V-)$)

- ・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

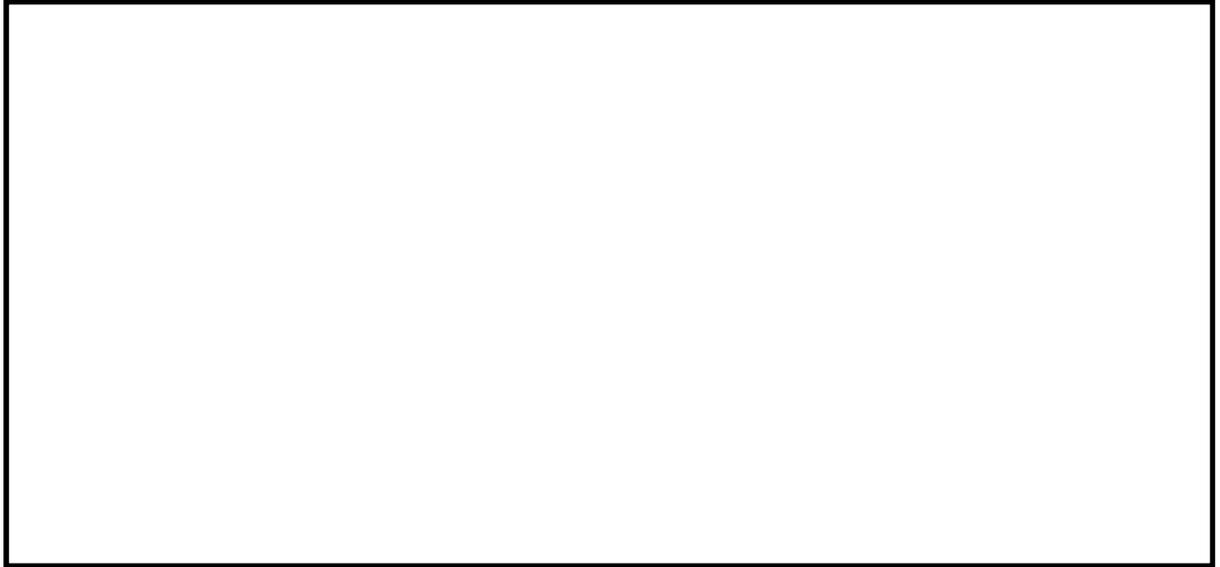


図 5.1-21 (14) 断面⑤の最大加速度分布（ S_s-D1 （H+, V-））

- ・検討ケース④：敷地に存在しない豊浦標準砂に基づく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

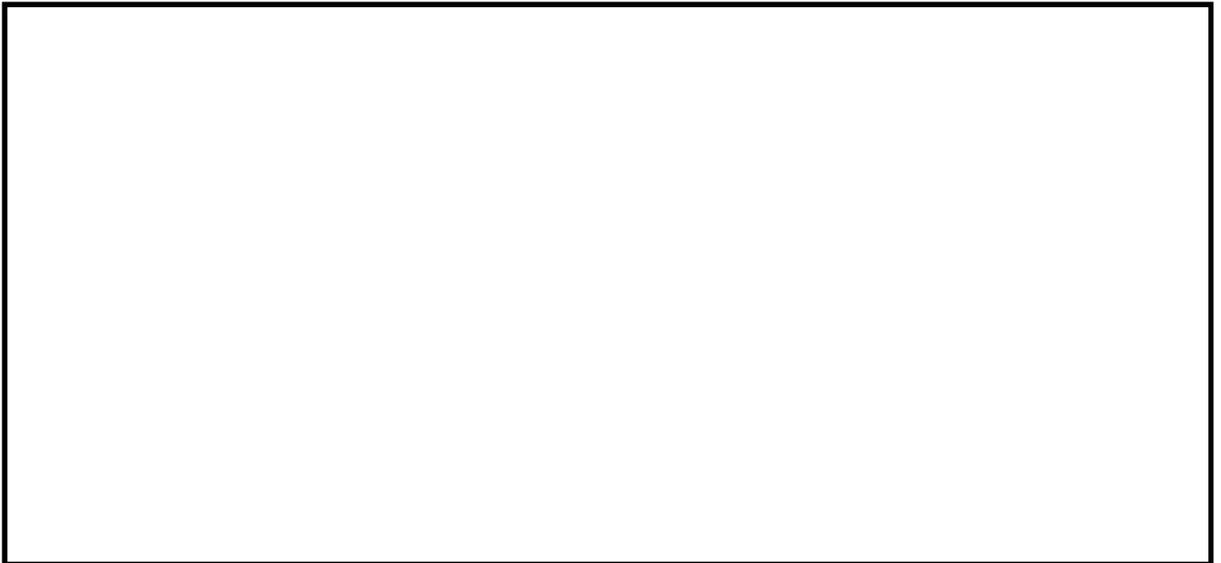


図 5.1-21 (15) 断面⑤の最大加速度分布（ S_s-D1 （H+, V-））

- ・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

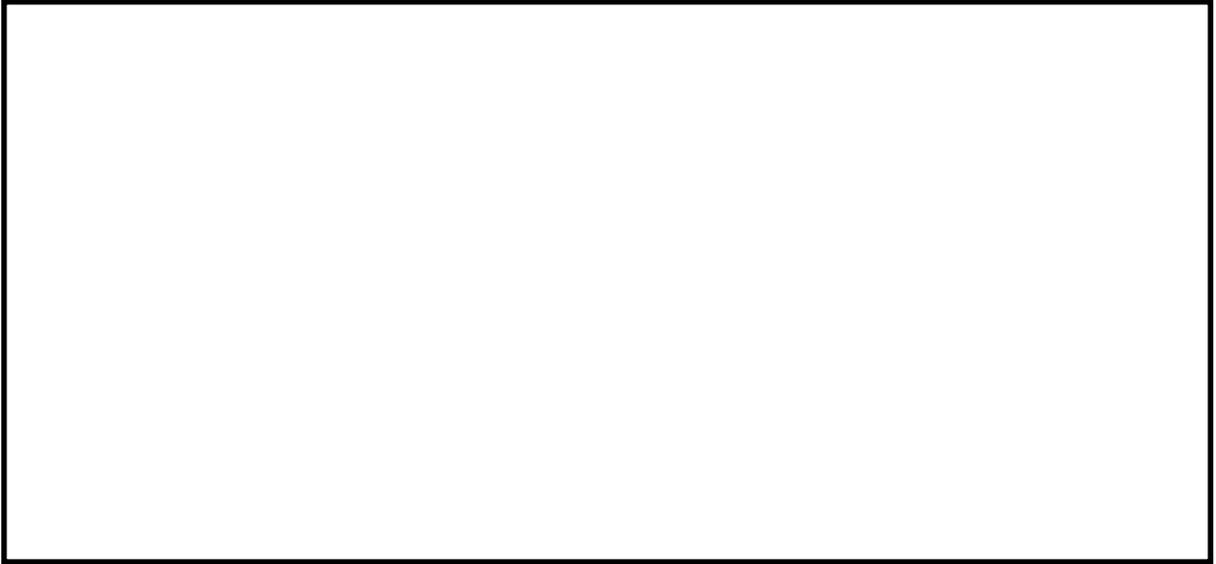


図 5.1-21 (16) 断面⑤の最大加速度分布 ($S_s - D 1 (H+, V-)$)

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

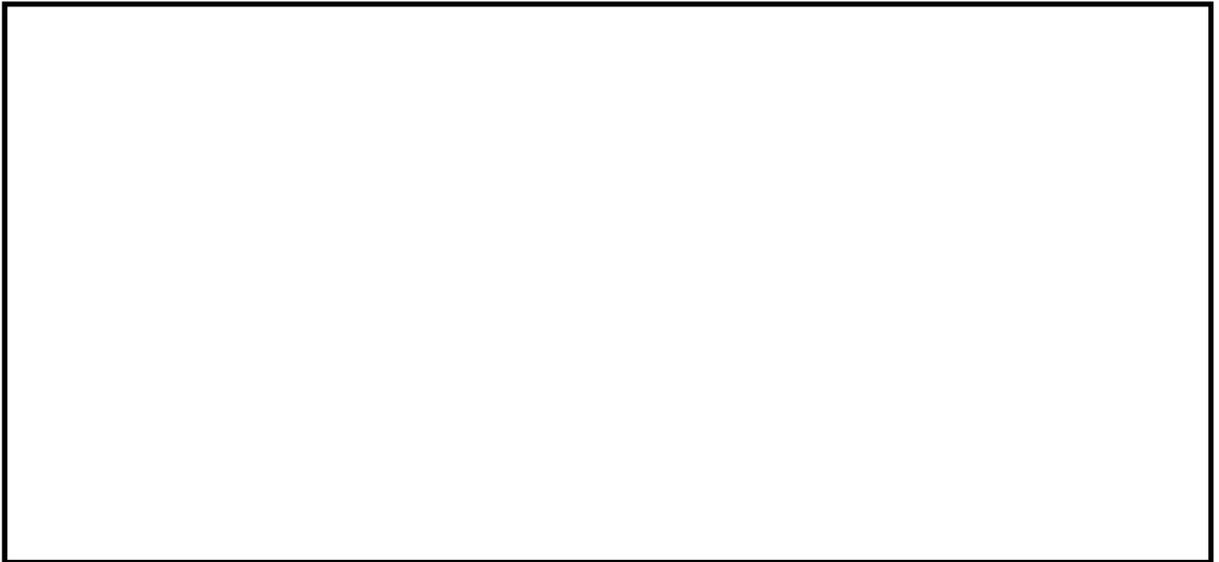


図 5.1-21 (17) 断面⑤の最大加速度分布 ($S_s - D 1 (H+, V-)$)

- ・検討ケース④：敷地に存在しない豊浦標準砂に基づく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

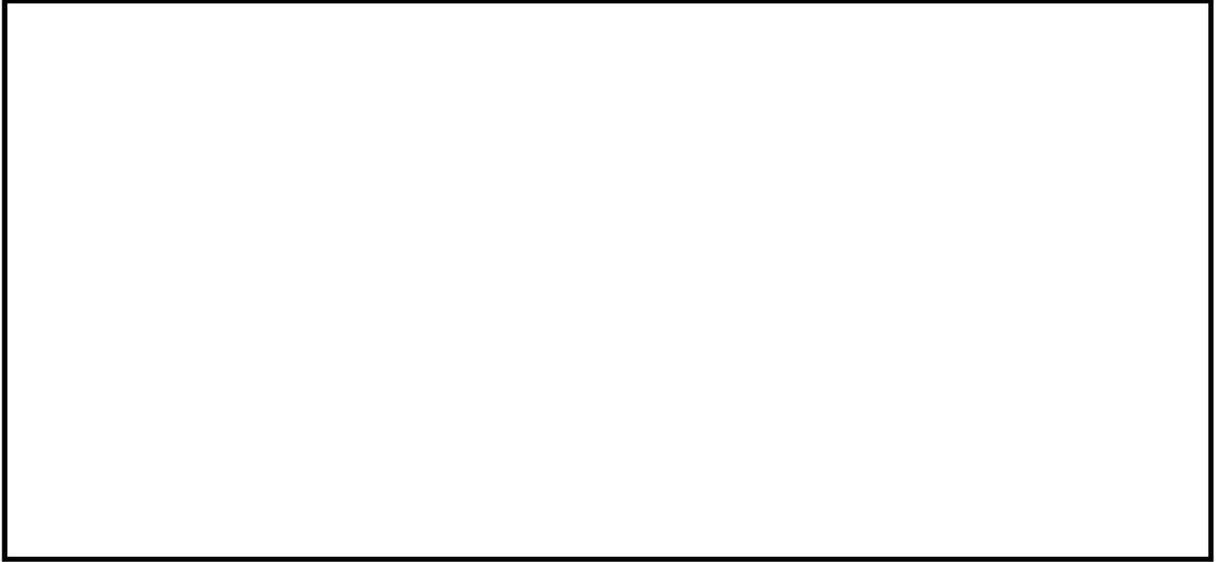


図 5.1-21 (18) 断面⑤の最大加速度分布 ($S_s - D 1 (H+, V+)$)

5.2 耐震評価結果

5.2.1 構造部材の健全性に対する評価結果

(1) 鋼管杭の評価結果

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 5.2.1-1 に、曲げ軸力に対する照査結果を表 5.2.1-2 ～表 5.2.1-6 に示す。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 5.2.1-1 鋼管杭 (SM570) 断面諸元

断面	板厚 (mm)	断面積 (m^2)	断面係数 (m^3)
①	25	0.149	0.07258
②	25	0.187	0.11427
③	35	0.263	0.15995
④	25	0.149	0.07258
⑤	40	0.246	0.11530

表 5.2.1-2 曲げ軸力に対する照査結果 (断面①)

検討 ケース	地震動	曲げ モーメント (kN・m)	軸力 (kN)		曲げ 応力 (N/mm ²)	短期 許容 応力度 (N/mm ²)	照査値
①	S _s -D 1	H+, V+	10,620	3,927	173	382.5	0.46
		H+, V-	10,653	3,397	170	382.5	0.45
		H-, V+	11,094	2,094	167	382.5	0.44
		H-, V-	11,090	1,204	161	382.5	0.43
	S _s -1 1		2,959	2,628	59	382.5	0.16
	S _s -1 2		7,113	3,110	119	382.5	0.32
	S _s -1 3		6,054	2,698	102	382.5	0.27
	S _s -1 4		4,714	2,727	84	382.5	0.22
	S _s -2 1		11,299	1,353	165	382.5	0.44
	S _s -2 2		6,982	2,644	114	382.5	0.3
	S _s -3 1	H+, V+	13,222	1,776	195	382.5	0.51
	S _s -3 1	H-, V+	13,100	3,856	207	382.5	0.55
②	S _s -3 1	H-, V+	13,559	4,257	216	382.5	0.57
③			14,262	4,029	224	382.5	0.59
④			11,183	3,604	179	382.5	0.47
⑤			14,204	3,710	221	382.5	0.58
⑥			14,900	3,970	232	382.5	0.61
⑥			S _s -3 1	H+, V+	15,070	2,253	223

- 注記 ①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース
 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：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
 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

表 5.2.1-3 曲げ軸力に対する照査結果 (断面②)

検討 ケース	地震動		曲げ モーメント (kN・m)	軸力 (kN)	曲げ 応力 (N/mm ²)	短期 許容 応力度 (N/mm ²)	照査値	
①	S _s -D 1	H+, V+	19,544	2,013	182	382.5	0.48	
		H+, V-	19,483	1,007	176	382.5	0.47	
		H-, V+	17,928	6,764	194	382.5	0.51	
		H-, V-	18,002	6,416	192	382.5	0.51	
	S _s -1 1		6,599	2,532	72	382.5	0.19	
	S _s -1 2		9,312	3,055	98	382.5	0.26	
	S _s -1 3		9,096	3,037	96	382.5	0.26	
	S _s -1 4		5,295	2,770	62	382.5	0.17	
	S _s -2 1		8,878	4,656	103	382.5	0.27	
	S _s -2 2		12,963	1,734	123	382.5	0.33	
	S _s -3 1	H+, V+	22,343	3,236	213	382.5	0.56	
	S _s -3 1	H-, V+	23,224	4,181	226	382.5	0.6	
②	S _s -3 1	H-, V+	24,918	4,242	241	382.5	0.64	
③		H+, V+	24,783	3,813	238	382.5	0.63	
③		H-, V+		25,828	3,896	247	382.5	0.65
④				24,816	1,391	225	382.5	0.59
⑤				24,281	2,924	229	382.5	0.6
⑥				26,273	2,879	246	382.5	0.65
⑥		H+, V+	25,179	5,829	252	382.5	0.66	

注記 ①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース
 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：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
 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

表 5.2.1-4 曲げ軸力に対する照査結果 (断面③)

検討 ケース	地震動		曲げ モーメント (kN・m)	軸力 (kN)	曲げ 応力 (N/mm ²)	短期 許容 応力度 (N/mm ²)	照査値
①	S _s -D 1	H+, V+	33,773	9,729	249	382.5	0.66
		H+, V-	33,963	9,014	247	382.5	0.65
		H-, V+	30,757	4,211	209	382.5	0.55
		H-, V-	31,189	3,960	211	382.5	0.56
	S _s -1 1		7,495	7,251	75	382.5	0.2
	S _s -1 2		16,420	8,212	134	382.5	0.36
	S _s -1 3		15,986	8,223	132	382.5	0.35
	S _s -1 4		10,500	8,139	97	382.5	0.26
	S _s -2 1		8,997	8,670	90	382.5	0.24
	S _s -2 2		10,123	8,360	96	382.5	0.26
	S _s -3 1	H+, V+	18,544	6,179	140	382.5	0.37
	S _s -3 1	H-, V+	14,403	3,024	102	382.5	0.27
	②	S _s -D 1	H+, V-	34,560	8,616	249	382.5
②	H+, V+		34,955	9,015	253	382.5	0.67
③			27,556	9,491	209	382.5	0.55
④			27,379	8,619	204	382.5	0.54
⑤			15,146	5,845	117	382.5	0.31
⑥			14,628	5,484	113	382.5	0.3

- 注記 ①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース
 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：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
 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

表 5.2.1-5 曲げ軸力に対する照査結果 (断面④)

検討 ケース	地震動		曲げ モーメント (kN・m)	軸力 (kN)	曲げ 応力 (N/mm ²)	短期 許容 応力度 (N/mm ²)	照査値
①	S _s -D 1	H+, V+	10090	5058	173	382.5	0.46
		H+, V-	10135	4898	173	382.5	0.46
		H-, V+	10164	1107	148	382.5	0.39
		H-, V-	10124	967	146	382.5	0.39
	S _s -1 1		7259	2825	119	382.5	0.32
	S _s -1 2		8344	4395	145	382.5	0.38
	S _s -1 3		7636	5232	141	382.5	0.37
	S _s -1 4		5351	2796	93	382.5	0.25
	S _s -2 1		5803	3086	101	382.5	0.27
	S _s -2 2		5379	3784	100	382.5	0.27
	S _s -3 1	H+, V+	6411	3220	110	382.5	0.29
	S _s -3 1	H-, V+	6162	2198	100	382.5	0.27
	②	S _s -D 1	H+, V+	9846	5727	175	382.5
③	9667			4604	165	382.5	0.44
④	13700			3945	216	382.5	0.57
④	H+, V-		13603	3612	212	382.5	0.56
⑤	H+, V+		6341	2444	104	382.5	0.28
⑥			6420	2222	104	382.5	0.28

- 注記 ①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース
 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：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
 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

表 5.2.1-6 曲げ軸力に対する照査結果 (断面⑤)

検討 ケース	地震動		曲げ モーメント (kN・m)	軸力 (kN)	曲げ 応力 (N/mm ²)	短期 許容 応力度 (N/mm ²)	照査値
①	S _s -D 1	H+, V+	17,832	902	159	382.5	0.42
		H+, V-	17,863	1,021	160	382.5	0.42
		H-, V+	15,310	2,908	145	382.5	0.38
		H-, V-	15,302	2,759	144	382.5	0.38
	S _s -1 1		14,866	907	133	382.5	0.35
	S _s -1 2		14,839	1,378	135	382.5	0.36
	S _s -1 3		13,358	1,310	122	382.5	0.32
	S _s -1 4		7,825	625	71	382.5	0.19
	S _s -2 1		10,460	735	94	382.5	0.25
	S _s -2 2		11,928	276	105	382.5	0.28
	S _s -3 1	H+, V+	13,344	366	118	382.5	0.31
	S _s -3 1	H-, V+	13,041	1,089	118	382.5	0.31
	②	S _s -D 1	H+, V-	16,462	1,302	149	382.5
③	17,967			677	159	382.5	0.42
④	22,979			8,499	234	382.5	0.62
④	H+, V+		22,819	8,516	233	382.5	0.61
⑤	H+, V-		14,226	898	128	382.5	0.34
⑥			13,804	810	124	382.5	0.33

- 注記 ①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース
 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：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
 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

(2) 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 5.2.1-1 に、せん断力に対する照査結果を表 5.2.1-7～表 5.2.1-11 に示す。

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 5.2.1-7 せん断力に対する照査結果（断面①）

検討 ケース	地震動		せん断力 (kN)	せん断 応力 (N/mm ²)	短期 許容 応力度 (N/mm ²)	照査値
①	S _s -D 1	H+, V+	2,922	39	217.5	0.19
		H+, V-	2,950	40	217.5	0.19
		H-, V+	2,974	40	217.5	0.19
		H-, V-	2,982	40	217.5	0.19
	S _s -1 1		1,038	14	217.5	0.07
	S _s -1 2		1,684	23	217.5	0.11
	S _s -1 3		1,512	20	217.5	0.10
	S _s -1 4		1,229	17	217.5	0.08
	S _s -2 1		3,089	42	217.5	0.20
	S _s -2 2		2,513	34	217.5	0.16
	S _s -3 1	H+, V+	3,082	41	217.5	0.20
	S _s -3 1	H-, V+	2,997	40	217.5	0.19
②	S _s -3 1	H-, V+	3,665	49	217.5	0.23
③			3,426	46	217.5	0.22
④			3,274	44	217.5	0.21
⑤			3,255	44	217.5	0.21
⑥			3,931	53	217.5	0.25
⑥			S _s -3 1	H+, V+	3,949	54

- 注記 ①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース
 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：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
 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

表 5.2.1-8 せん断力に対する照査結果（断面②）

検討 ケース	地震動		せん断力 (kN)	せん断 応力 (N/mm ²)	短期 許容 応力度 (N/mm ²)	照査値	
①	S _s -D 1	H+, V+	4,657	50	217.5	0.23	
		H+, V-	4,491	49	217.5	0.23	
		H-, V+	5,074	55	217.5	0.26	
		H-, V-	5,056	55	217.5	0.26	
	S _s -1 1		1,754	19	217.5	0.09	
	S _s -1 2		2,522	27	217.5	0.13	
	S _s -1 3		2,434	27	217.5	0.13	
	S _s -1 4		1,327	15	217.5	0.07	
	S _s -2 1		2,632	29	217.5	0.14	
	S _s -2 2		3,662	40	217.5	0.19	
	S _s -3 1	H+, V+	5,169	56	217.5	0.26	
S _s -3 1	H-, V+	5,298	57	217.5	0.27		
②	S _s -3 1	H-, V+	5,880	63	217.5	0.29	
③		H+, V+	5,765	62	217.5	0.29	
③		H-, V+		5,956	64	217.5	0.3
④				7,541	81	217.5	0.38
⑤				5,410	58	217.5	0.27
⑥				6,057	65	217.5	0.3
⑥		H+, V+	5,808	63	217.5	0.29	

- 注記 ①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース
 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：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
 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

表 5.2.1-9 せん断力に対する照査結果（断面③）

検討 ケース	地震動		せん断力 (kN)	せん断 応力 (N/mm ²)	短期 許容 応力度 (N/mm ²)	照査値
①	S _s -D 1	H+, V+	7,490	57	217.5	0.27
		H+, V-	7,487	57	217.5	0.27
		H-, V+	6,717	52	217.5	0.24
		H-, V-	6,821	52	217.5	0.24
	S _s -1 1		2,260	18	217.5	0.09
	S _s -1 2		2,814	22	217.5	0.11
	S _s -1 3		2,805	22	217.5	0.11
	S _s -1 4		1,839	14	217.5	0.07
	S _s -2 1		2,637	21	217.5	0.1
	S _s -2 2		2,361	18	217.5	0.09
	S _s -3 1	H+, V+	4,368	34	217.5	0.16
	S _s -3 1	H-, V+	3,920	30	217.5	0.14
②	S _s -D 1	H+, V-	7,860	60	217.5	0.28
②		H+, V+	7,996	61	217.5	0.29
③			5,711	44	217.5	0.21
④			9,265	71	217.5	0.33
⑤			3,782	29	217.5	0.14
⑥			4,428	34	217.5	0.16

- 注記 ①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース
 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：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
 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

表 5.2.1-10 せん断力に対する照査結果（断面④）

検討 ケース	地震動		せん断力 (kN)	せん断 応力 (N/mm ²)	短期 許容 応力度 (N/mm ²)	照査値
①	S _s -D 1	H+, V+	2591	35	217.5	0.17
		H+, V-	2587	35	217.5	0.17
		H-, V+	2615	36	217.5	0.17
		H-, V-	2626	36	217.5	0.17
	S _s -1 1		2239	31	217.5	0.15
	S _s -1 2		2526	34	217.5	0.16
	S _s -1 3		2458	33	217.5	0.16
	S _s -1 4		1781	24	217.5	0.12
	S _s -2 1		1486	20	217.5	0.1
	S _s -2 2		1787	24	217.5	0.12
	S _s -3 1	H+, V+	1635	22	217.5	0.11
	S _s -3 1	H-, V+	1617	22	217.5	0.11
	②	S _s -D 1	H+, V+	2660	36	217.5
③	2458			33	217.5	0.16
④	4254			58	217.5	0.27
④	H+, V-		4240	57	217.5	0.27
⑤	H+, V+		1576	22	217.5	0.11
⑥			1673	23	217.5	0.11

- 注記 ①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース
 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：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
 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

表 5.2.1-11 せん断力に対する照査結果（断面⑤）

検討 ケース	地震動		せん断力 (kN)	せん断 応力 (N/mm ²)	短期 許容 応力度 (N/mm ²)	照査値
①	S _s -D 1	H+, V+	4,267	35	217.5	0.17
		H+, V-	4,286	35	217.5	0.17
		H-, V+	3,515	29	217.5	0.14
		H-, V-	3,543	29	217.5	0.14
	S _s -1 1		3,566	29	217.5	0.14
	S _s -1 2		3,451	29	217.5	0.14
	S _s -1 3		3,095	26	217.5	0.12
	S _s -1 4		1,798	15	217.5	0.07
	S _s -2 1		2,320	19	217.5	0.09
	S _s -2 2		2,772	23	217.5	0.11
	S _s -3 1	H+, V+	3,231	27	217.5	0.13
	S _s -3 1	H-, V+	3,169	26	217.5	0.12
②	S _s -D 1	H+, V-	3,974	33	217.5	0.16
③			4,272	35	217.5	0.17
④			4,392	36	217.5	0.17
④		H+, V+	4,364	36	217.5	0.17
⑤		H+, V-	3,587	30	217.5	0.14
⑥			3,513	29	217.5	0.14

- 注記 ①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース
 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：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
 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

(2) 鉄筋コンクリートの評価結果

2次元梁バネモデルによる鉄筋コンクリートの照査は以下のケースにおいて実施した。

- (a) 原地盤物性のばらつきを考慮した場合
- (b) 敷地に存在しない豊浦標準砂に基づく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場合

2次元梁バネモデルに設定した杭の水平方向バネ定数を表 5.2.2-12 に、水平変位を表 5.2.1-13 に、水平震度を表 5.2.1-14 に示す。

表 5.2.1-12 杭の水平方向バネ定数 (kN/m)

地震時		杭 1	杭 2	杭 3	杭 4	杭 5
断面①	(a)	112292	101940	91589	96112	100635
	(b)	83497	83497	83497	83497	83497
断面③	(a)	57150	53368	49585	51304	53023
	(b)	31340	31340	31340	31340	31340

表 5.2.1-13 水平変位 (m)

地震時		杭 1	杭 2	杭 3	杭 4	杭 5
断面①	(a)	-0.118	-0.126	-0.134	-0.139	-0.144
	(b)	-0.360	-0.360	-0.360	-0.360	-0.360
断面③	(a)	-0.204	-0.265	-0.327	-0.343	-0.358
	(b)	-0.313	-0.313	-0.313	-0.313	-0.313

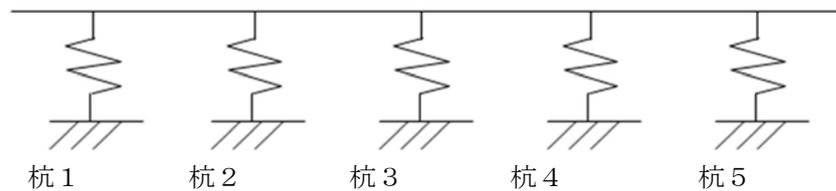


図 5.2.1-1 2次元梁バネモデル杭位置図

表 5.2.1-14 水平震度 ($S_s-D 1++$)

	(a)	(b)
断面① ($S_s-3 1-+$)	0.31	0.14
断面③ ($S_s-D 1++$)	0.24	0.12

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 5.2.1-15 に、2次元梁バネモデルによる曲げ軸力に対する照査結果を表 5.2.1-16 及び表 5.2.1-17 に示す。また、配筋図を図 5.2.1-2 に示す。

鉄筋コンクリートに対して許容応力度法による照査を行った結果、コンクリートに発生する曲げ圧縮応力及び鉄筋に発生する曲げ引張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 5.2.1-15 鉄筋コンクリート断面諸元

断面	かぶり (m)	断面有効高さ (m)	主筋	主筋断面積 (cm ²)
①	0.15	0.55	6.667-D35	63.777
③	0.15	0.55	6.667-D35	63.777

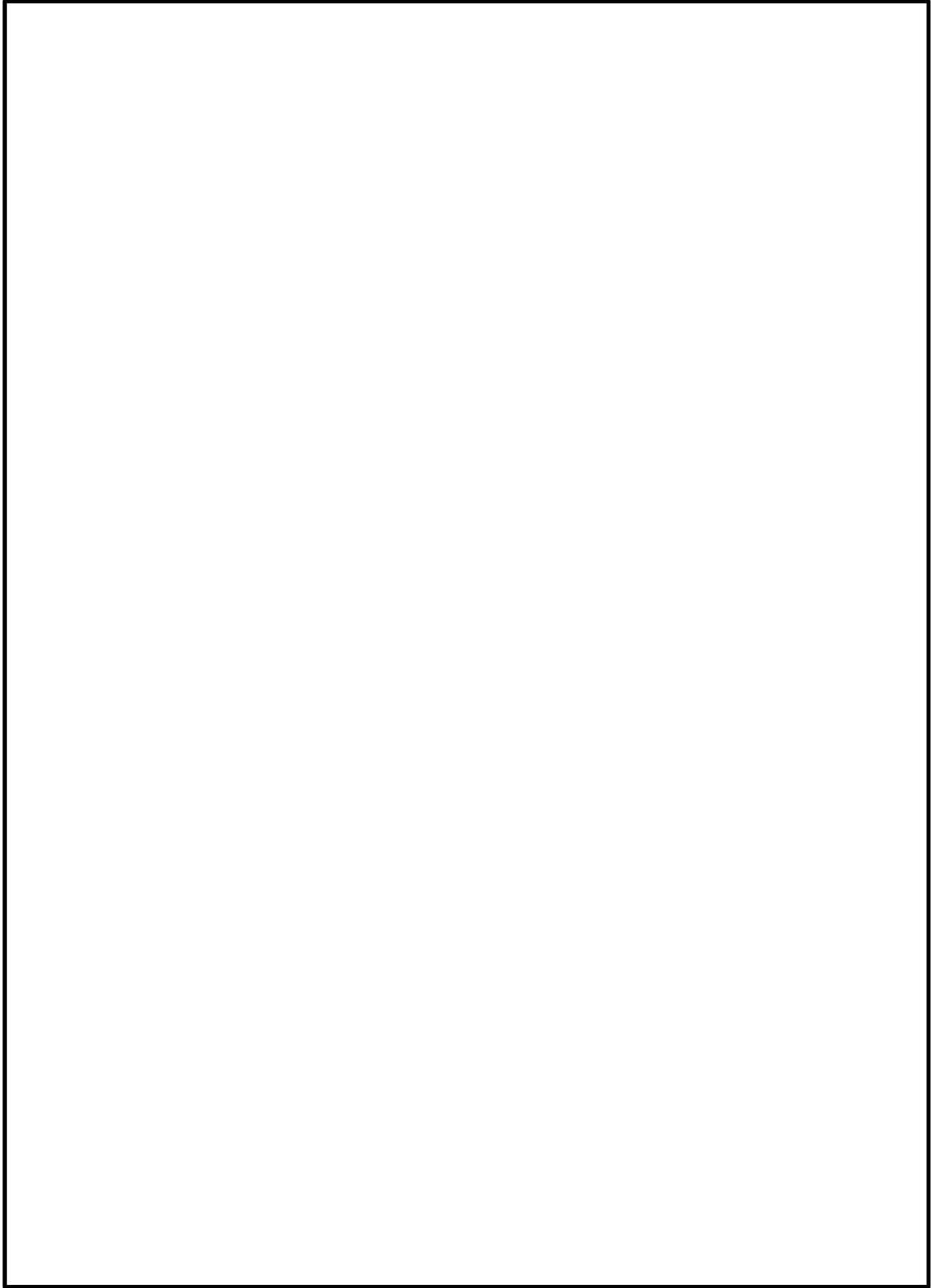


图 5.2.2-2 (1) 概略配筋图 (断面①)

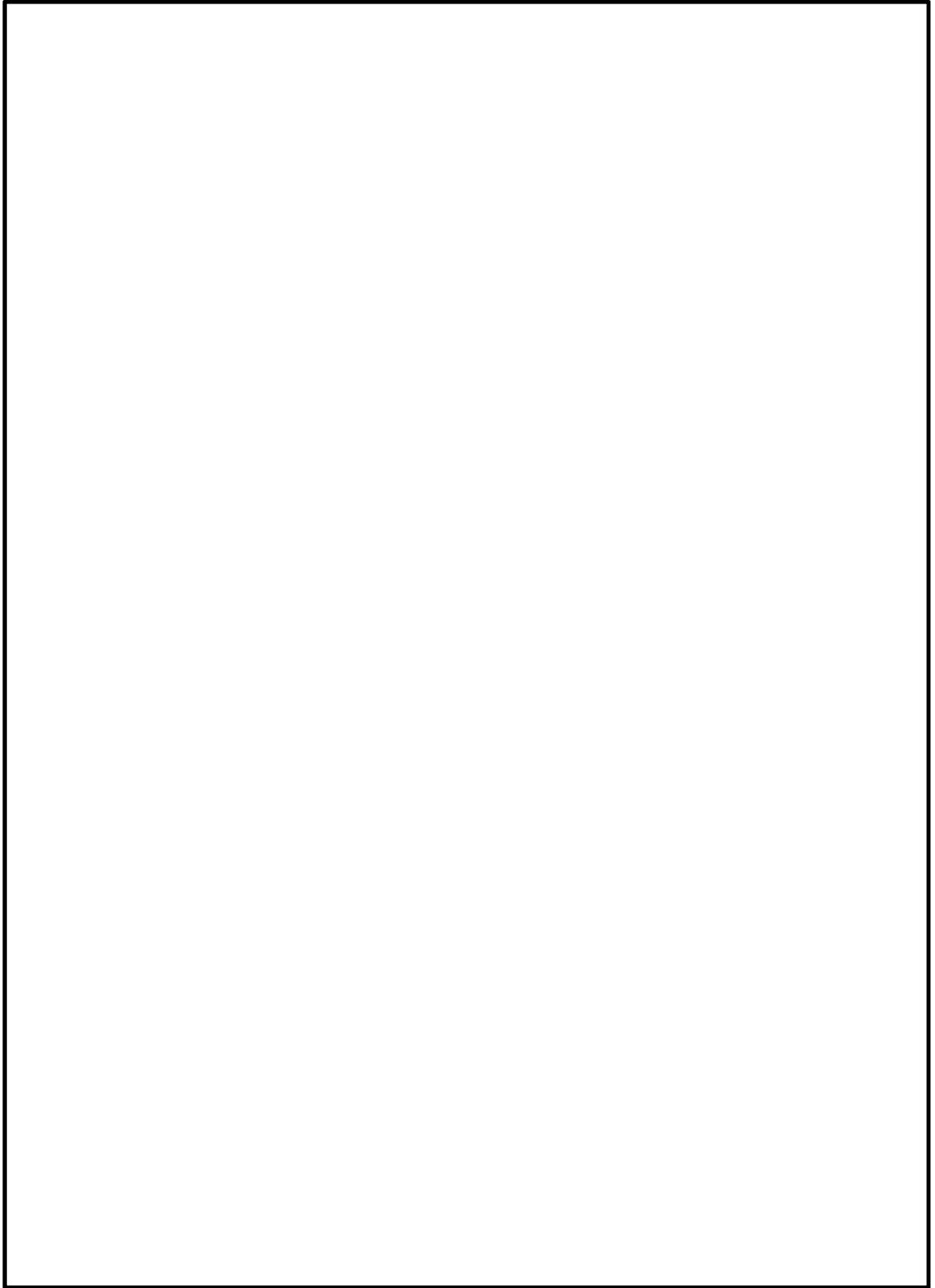


图 5.2.2-2 (2) 概略配筋图 (断面③)

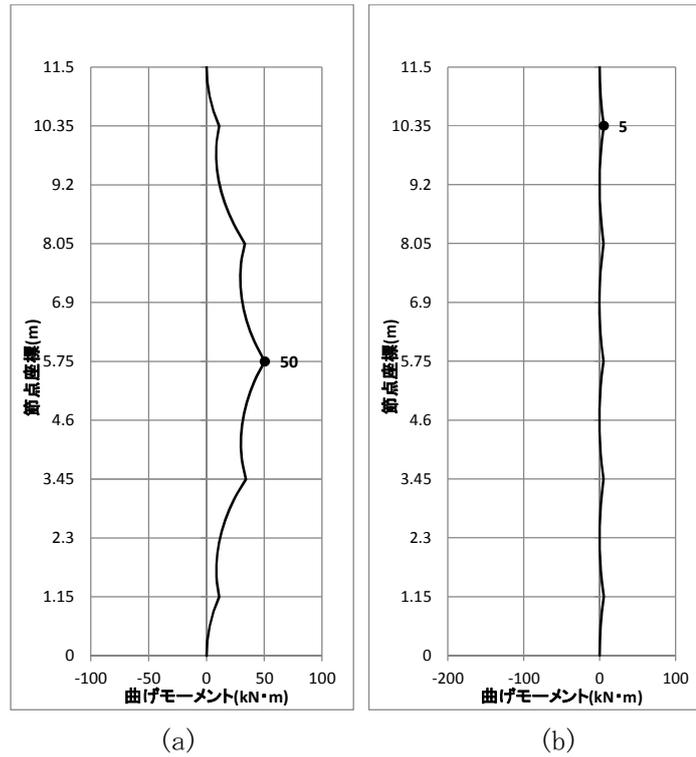


図 5.2.1-3 断面力図（断面①：2次元梁バネモデル）

表 5.2.1-16 曲げ軸力に対する照査結果（断面①：2次元梁バネモデル）

解析 ケース	地震動	曲げ モーメント (kN・m)	軸力 (kN)	曲げ 圧縮応力 (N/mm ²)	曲げ 引張応力 (N/mm ²)	短期許容応力度 (N/mm ²)		曲げ 圧縮 応力 照査値	曲げ 引張 応力 照査値
						曲げ 圧縮	曲げ 引張		
(a)	S _s -31-+	50	0	1	18	21	435	0.05	0.05
(b)	S _s -31-+	5	0	1	2	21	435	0.05	0.01

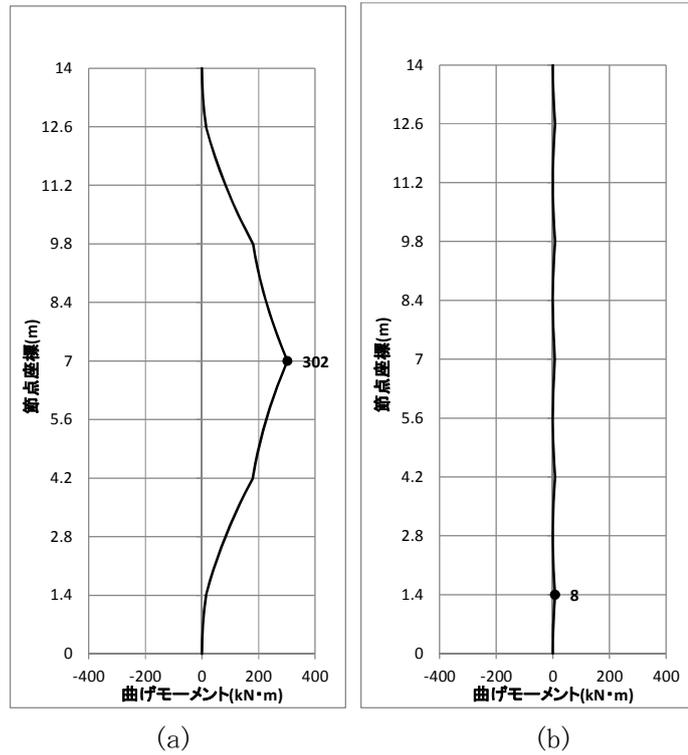


図 5.2.1-4 断面力図 (断面③ : 2次元梁バネモデル)

表 5.2.1-17 曲げ軸力に対する照査結果 (断面③ : 2次元梁バネモデル)

解析 ケース	地震動	曲げ モーメント (kN・m)	軸力 (kN)	曲げ 圧縮応力 (N/mm ²)	曲げ 引張応力 (N/mm ²)	短期許容応力度 (N/mm ²)		曲げ 圧縮 応力 照査値	曲げ 引張 応力 照査値
						曲げ 圧縮	曲げ 引張		
(a)	Ss-D 1++	302	0	5	103	21	435	0.24	0.24
(b)	Ss-D 1++	8	0	1	3	21	435	0.05	0.01

b. せん断に対する照査

断面計算に用いた断面諸元は表 5.2.1-15 及び表 5.2.1-18 に、2次元梁バネモデルによるせん断に対する照査結果を表 5.2.1-19 及び表 5.2.1-20 に示す。

鉄筋コンクリートにおける許容応力度法による照査を行った結果、せん断力が許容限界以下であることを確認した。なお、発生せん断力は各地震動において最大となる値を示している。

表 5.2.2-18 鉄筋コンクリート断面諸元

断面	斜め引張鉄筋	区間 s (m)	区間 s における斜め引張鉄筋断面積 (cm ²)
①	3.333-D22	0.2	12.902
③	3.333-D22	0.2	12.902

斜め引張鉄筋を考慮した許容せん断力を以下に計算する。

$$V_a = V_c + V_s$$

$$V_c = \frac{1}{2} \tau_{al} b_w j d$$

$$V_s = \frac{A_w \cdot \sigma_{sa} \cdot j \cdot d}{s}$$

ここで

V_a : 許容せん断力

V_c : コンクリートの許容せん断力

V_s : 斜め引張鉄筋の許容せん断力

τ_{al} : 斜め引張鉄筋を考慮しない場合の許容せん断応力度

b_w : 断面幅

j : 1/1.15

d : 有効高さ

A_w : 斜め引張鉄筋断面積

σ_{sa} : 鉄筋の許容引張応力度

s : 斜め引張鉄筋間隔

$$V_c = 1/2 \times 0.825 / 1.15 \times 0.55 \times 1.0 \times 1000 = 197.28$$

$$V_s = 1290.2 \times 300 / 1.15 \times 0.55 / 0.2 / 1000 = 925.58$$

$$V_a = 197.28 + 925.58 = 1122.86$$

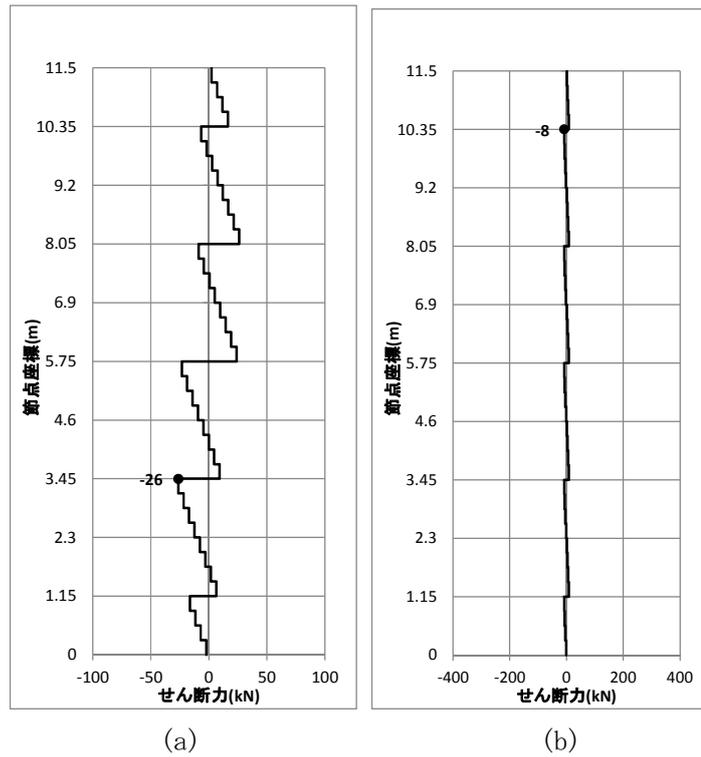


図 5.2.1-5 断面力図 (断面①：2次元梁バネモデル)

表 5.2.1-19 せん断力に対する照査結果 (断面①：2次元梁バネモデル)

解析 ケース	地震動	せん断力 (kN)	許容せん断力 (kN)	照査値
(a)	S _s -3 1-+	26	1122	0.03
(b)	S _s -3 1-+	8	1122	0.01

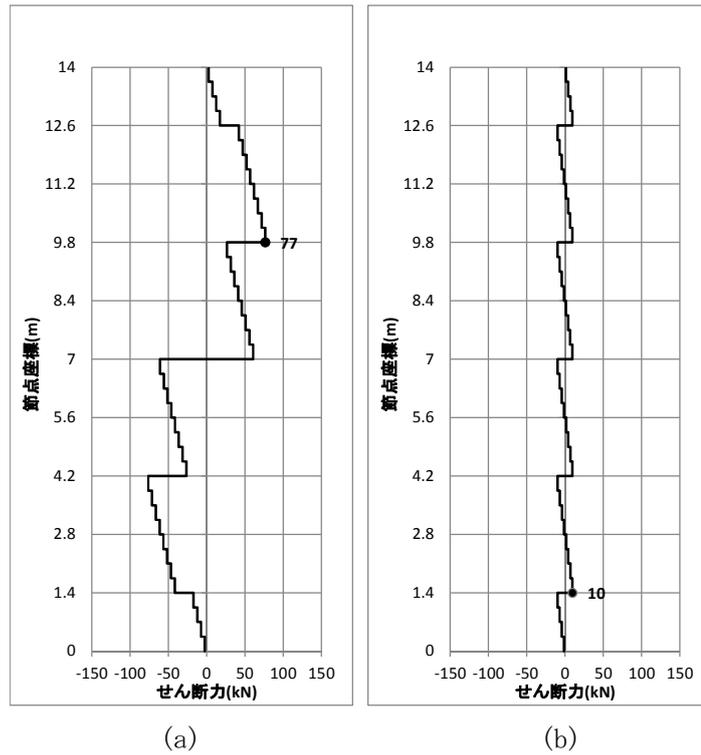


図 5.2.1-6 断面力図 (断面③：2次元梁バネモデル)

表 5.2.1-20 せん断力に対する照査結果 (断面③：2次元梁バネモデル)

解析 ケース	地震動	せん断力 (kN)	許容せん断力 (kN)	照査値
(a)	$S_s-D 1++$	77	1122	0.07
(b)	$S_s-D 1++$	10	1122	0.01

(3) 地盤高さの嵩上げ部（改良体）及び表層改良体に対する評価結果

地盤高さの嵩上げ部（改良体）及び表層改良体に対する照査結果を表 5.2.1-21～表 5.2.1-25 に示す。

地盤高さの嵩上げ部（改良体）及び表層改良体に対する照査を行った結果、安全率が 1.2 以上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 5.2.1-21 地盤高さの嵩上げ部（改良体）及び表層改良体に対する安全率（断面①）

検討 ケース	地震動		すべり力最大	せん断抵抗力	安全率
			Q (kN/m ²)	R (kN/m ²)	
①	S _s -D 1	H+, V+	420	750	1.78
		H+, V-	416	750	1.80
		H-, V+	392	750	1.91
		H-, V-	393	750	1.90
	S _s -1 1		189	750	3.96
	S _s -1 2		316	750	2.37
	S _s -1 3		277	750	2.70
	S _s -1 4		238	750	3.15
	S _s -2 1		402	750	1.86
	S _s -2 2		350	750	2.14
	S _s -3 1	H+, V+	418	750	1.79
	S _s -3 1	H-, V+	443	750	1.69
	②	S _s -3 1	H-, V+	509	750
③	488			750	1.53
④	368			750	2.03
⑤	463			750	1.61
⑥	529			750	1.41
⑥	S _s -3 1			H+, V+	514

- 注記 ①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース
 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：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
 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

表 5.2.1-22 地盤高さの嵩上げ部（改良体）及び表層改良体に対する安全率（断面②）

検討 ケース	地震動		すべり力最大 Q (kN/m ²)	せん断抵抗力 R (kN/m ²)	安全率	
①	S _s -D 1	H+, V+	451	750	1.66	
		H+, V-	456	750	1.64	
		H-, V+	467	750	1.60	
		H-, V-	462	750	1.62	
	S _s -1 1		235	750	3.19	
	S _s -1 2		313	750	2.39	
	S _s -1 3		307	750	2.44	
	S _s -1 4		192	750	3.90	
	S _s -2 1		325	750	2.30	
	S _s -2 2		377	750	1.98	
	S _s -3 1	H+, V+	487	750	1.54	
	S _s -3 1	H-, V+	477	750	1.57	
	②	S _s -3 1	H-, V+	548	750	1.36
③	H+, V+		535	750	1.40	
③	H-, V+			527	750	1.42
④				477	750	1.57
⑤				484	750	1.54
⑥				554	750	1.35
⑥	H+, V+		567	750	1.66	

- 注記 ①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース
 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：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
 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

表 5.2.1-23 地盤高さの嵩上げ部（改良体）及び表層改良体に対する安全率（断面③）

検討 ケース	地震動		すべり力最大 Q (kN/m ²)	せん断抵抗力 R (kN/m ²)	安全率
①	S _s -D 1	H+, V+	442	750	1.69
		H+, V-	443	750	1.69
		H-, V+	380	750	1.97
		H-, V-	375	750	2.00
	S _s -1 1		264	750	2.84
	S _s -1 2		306	750	2.45
	S _s -1 3		295	750	2.54
	S _s -1 4		280	750	2.67
	S _s -2 1		286	750	2.62
	S _s -2 2		267	750	2.80
	S _s -3 1	H+, V+	385	750	1.94
	S _s -3 1	H-, V+	375	750	2.00
②	S _s -D 1	H+, V-	478	750	1.56
②		H+, V+	486	750	1.54
③			469	750	1.59
④			318	750	2.35
⑤			364	750	2.06
⑥			426	750	1.76

- 注記 ①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース
 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：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
 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

表 5.2.1-24 地盤高さの嵩上げ部（改良体）及び表層改良体に対する安全率（断面④）

検討 ケース	地震動		すべり力最大 Q (kN/m ²)	せん断抵抗力 R (kN/m ²)	安全率
①	S _s -D 1	H+, V+	235	750	3.19
		H+, V-	239	750	3.13
		H-, V+	231	750	3.24
		H-, V-	232	750	3.23
	S _s -1 1		146	750	5.13
	S _s -1 2		155	750	4.83
	S _s -1 3		154	750	4.87
	S _s -1 4		112	750	6.69
	S _s -2 1		245	750	3.06
	S _s -2 2		173	750	4.33
	S _s -3 1	H+, V+	225	750	3.33
	S _s -3 1	H-, V+	162	750	4.62
②	S _s -D 1	H+, V+	293	750	2.55
③			274	750	2.73
④			282	750	2.65
④		H+, V-	286	750	2.62
⑤		H+, V+	200	750	3.75
⑥			237	750	3.16

- 注記 ①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース
 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：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
 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

表 5.2.1-25 地盤高さの嵩上げ部（改良体）及び表層改良体に対する安全率（断面⑤）

検討 ケース	地震動		すべり力最大 Q (kN/m ²)	せん断抵抗力 R (kN/m ²)	安全率
①	S _s -D 1	H+, V+	458	750	1.63
		H+, V-	453	750	1.65
		H-, V+	447	750	1.67
		H-, V-	444	750	1.68
	S _s -1 1		432	750	1.73
	S _s -1 2		462	750	1.62
	S _s -1 3		448	750	1.67
	S _s -1 4		396	750	1.89
	S _s -2 1		383	750	1.95
	S _s -2 2		396	750	1.89
	S _s -3 1	H+, V+	427	750	1.75
	S _s -3 1	H-, V+	450	750	1.66
②	S _s -D 1	H+, V-	437	750	1.71
③			463	750	1.61
④			428	750	1.75
④		H+, V+	433	750	1.73
⑤		H+, V-	435	750	1.72
⑥			458	750	1.63

- 注記 ①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース
 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：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
 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

(4) シートパイルに対する評価結果

シートパイルの断面諸元を表 5.2.1-26 に、せん断力に対する照査結果を表 5.2.1-27～表 5.2.1-31 に示す。

シートパイルに対する照査を行った結果、発生応力が許容限界以下であることを確認した。

表 5.2.1-26 シートパイルの断面諸元

仕様	U型鋼矢板 III型
弾性係数 E (kN/m ²)	200×10 ⁶
断面積 A (mm ² /m)	19100
断面二次モーメント I (m ⁴ /m)	0.000168

表 5.2.1-27 せん断力に対する照査結果（断面①）

検討 ケース	地震動		せん断力 (kN)	せん断応力 (N/mm ²)	短期許容 応力度(N/mm ²)	照査値
①	S _s -D 1	H+, V+	28	2	190	0.02
		H+, V-	28	2	190	0.02
		H-, V+	34	2	190	0.02
		H-, V-	34	2	190	0.02
	S _s -1 1		9	1	190	0.01
	S _s -1 2		15	1	190	0.01
	S _s -1 3		14	1	190	0.01
	S _s -1 4		8	1	190	0.01
	S _s -2 1		25	2	190	0.02
	S _s -2 2		23	2	190	0.02
	S _s -3 1	H+, V+	25	2	190	0.02
	S _s -3 1	H-, V+	14	1	190	0.01
②	S _s -3 1	H-, V+	8	1	190	0.01
③			12	1	190	0.01
④			19	1	190	0.01
⑤			17	1	190	0.01
⑥			6	1	190	0.01
⑥			S _s -3 1	H+, V+	16	1

- 注記 ①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース
 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：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
 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

表 5.2.1-28 せん断力に対する照査結果（断面②）

検討 ケース	地震動		せん断力 (kN)	せん断応力 (N/mm ²)	短期許容 応力度(N/mm ²)	照査値
①	S _s -D 1	H+, V+	36	2	190	0.02
		H+, V-	33	2	190	0.02
		H-, V+	28	2	190	0.02
		H-, V-	30	2	190	0.02
	S _s -1 1		8	1	190	0.01
	S _s -1 2		9	1	190	0.01
	S _s -1 3		11	1	190	0.01
	S _s -1 4		6	1	190	0.01
	S _s -2 1		17	1	190	0.01
	S _s -2 2		17	1	190	0.01
	S _s -3 1	H+, V+	19	1	190	0.01
	S _s -3 1	H-, V+	44	3	190	0.02
②	S _s -3 1	H-, V+	20	2	190	0.02
③			34	2	190	0.02
④			28	2	190	0.02
⑤			42	3	190	0.02
⑥			20	2	190	0.02
③			S _s -3 1	H+, V+	13	1
⑥	S _s -3 1	H+, V+	8	1	190	0.01

注記 ①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース
 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：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
 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

表 5.2.1-29 せん断力に対する照査結果 (断面③)

検討 ケース	地震動		せん断力 (kN)	せん断応力 (N/mm ²)	短期許容 応力度 (N/mm ²)	照査値
①	S _s -D 1	H+, V+	68	4	190	0.03
		H+, V-	64	4	190	0.03
		H-, V+	64	4	190	0.03
		H-, V-	62	4	190	0.03
	S _s -1 1		49	3	190	0.02
	S _s -1 2		58	4	190	0.02
	S _s -1 3		58	4	190	0.02
	S _s -1 4		41	3	190	0.02
	S _s -2 1		47	3	190	0.02
	S _s -2 2		56	3	190	0.02
	S _s -3 1	H+, V+	39	3	190	0.02
	S _s -3 1	H-, V+	54	3	190	0.02
②	S _s -D 1	H+, V+	34	2	190	0.02
③			49	3	190	0.02
④			71	4	190	0.03
⑤			60	4	190	0.03
⑥			43	3	190	0.02
②			S _s -D 1	H+, V-	34	2

- 注記 ①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース
 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：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
 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

表 5.2.1-30 せん断力に対する照査結果 (断面④)

検討 ケース	地震動		せん断力 (kN)	せん断応力 (N/mm ²)	短期許容 応力度 (N/mm ²)	照査値
①	S _s -D 1	H+, V+	106	6	190	0.04
		H+, V-	106	6	190	0.04
		H-, V+	127	7	190	0.04
		H-, V-	127	7	190	0.04
	S _s -1 1		64	4	190	0.03
	S _s -1 2		85	5	190	0.03
	S _s -1 3		64	4	190	0.03
	S _s -1 4		42	3	190	0.02
	S _s -2 1		127	7	190	0.04
	S _s -2 2		85	5	190	0.03
	S _s -3 1	H+, V+	64	4	190	0.03
	S _s -3 1	H-, V+	127	7	190	0.04
②	S _s -D 1	H+, V+	85	5	190	0.03
③			127	7	190	0.04
④			149	8	190	0.05
⑤			127	7	190	0.04
⑥			106	6	190	0.04
④			S _s -D 1	H+, V-	138	8

- 注記 ①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース
 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：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
 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

表 5.2.1-31 せん断力に対する照査結果（断面⑤）

検討 ケース	地震動		せん断力 (kN)	せん断応力 (N/mm ²)	短期許容 応力度(N/mm ²)	照査値
①	S _s -D 1	H+, V+	45	3	190	0.02
		H+, V-	45	3	190	0.02
		H-, V+	41	3	190	0.02
		H-, V-	40	3	190	0.02
	S _s -1 1		27	2	190	0.02
	S _s -1 2		44	3	190	0.02
	S _s -1 3		47	3	190	0.02
	S _s -1 4		23	2	190	0.02
	S _s -2 1		31	2	190	0.02
	S _s -2 2		31	2	190	0.02
	S _s -3 1	H+, V+	29	2	190	0.02
	S _s -3 1	H-, V+	27	2	190	0.02
②	S _s -D 1	H+, V-	36	2	190	0.02
③			58	4	190	0.03
④			37	2	190	0.02
⑤			37	2	190	0.02
⑥			29	2	190	0.02
④			S _s -D 1	H+, V+	37	2

- 注記 ①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース
 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：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
 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

5.2.2 基礎地盤の支持性能に対する評価結果

基礎地盤の支持性能に対する照査結果を表 5.2.2-1～表 5.2.2-5 に示す。

基礎地盤の支持力に対する照査を行った結果、接地圧が極限支持力度以下であることを確認した。

表 5.2.2-1 基礎地盤の支持性能に対する照査結果（断面①）

検討 ケース	地震動		最大接地圧	極限支持力度
			(kN/m ²)	(kN/m ²)
①	S _s -D 1	H+, V+	796	4324
		H+, V-	782	4324
		H-, V+	786	4324
		H-, V-	842	4324
	S _s -1 1		587	4324
	S _s -1 2		622	4324
	S _s -1 3		611	4324
	S _s -1 4		577	4324
	S _s -2 1		697	4324
	S _s -2 2		717	4324
	S _s -3 1	H+, V+	578	4324
	S _s -3 1	H-, V+	594	4324
②	S _s -3 1	H-, V+	605	4324
③			614	4324
④			733	4324
⑤			619	4324
⑥			630	4324
⑥			S _s -3 1	H+, V+

- 注記 ①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース
 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：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
 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

表 5.2.2-2 基礎地盤の支持性能に対する照査結果 (断面②)

検討 ケース	地震動		最大接地圧 (kN/m ²)	極限支持力度 (kN/m ²)
①	S _s -D 1	H+, V+	871	4322
		H+, V-	882	4322
		H-, V+	860	4322
		H-, V-	875	4322
	S _s -1 1		660	4322
	S _s -1 2		679	4322
	S _s -1 3		675	4322
	S _s -1 4		634	4322
	S _s -2 1		708	4322
	S _s -2 2		697	4322
	S _s -3 1	H+, V+	612	4322
	S _s -3 1	H-, V+	617	4322
②	S _s -3 1	H-, V+	618	4322
③			604	4322
④			810	4322
⑤			627	4322
⑥			631	4322
⑥			S _s -3 1	H+, V+
③	631	4322		

- 注記 ①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース
 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：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
 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

表 5.2.2-3 基礎地盤の支持性能に対する照査結果 (断面③)

検討 ケース	地震動		最大接地圧 (kN/m ²)	極限支持力度 (kN/m ²)
①	S _s -D 1	H+, V+	1313	4843
		H+, V-	1335	4843
		H-, V+	1386	4843
		H-, V-	1336	4843
	S _s -1 1		1113	4843
	S _s -1 2		1214	4843
	S _s -1 3		1201	4843
	S _s -1 4		1108	4843
	S _s -2 1		1210	4843
	S _s -2 2		1189	4843
	S _s -3 1	H+, V+	937	4843
	S _s -3 1	H-, V+	980	4843
②	S _s -D 1	H+, V+	1330	4843
③			1307	4843
④			1498	4843
⑤			1252	4843
⑥			1234	4843
②			S _s -D 1	H+, V-

- 注記 ①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース
 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：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
 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

表 5.2.2-4 基礎地盤の支持性能に対する照査結果 (断面④)

検討 ケース	地震動		最大接地圧 (kN/m ²)	極限支持力度 (kN/m ²)
①	S _s -D 1	H+, V+	1198	4767
		H+, V-	1247	4767
		H-, V+	1240	4767
		H-, V-	1152	4767
	S _s -1 1		1119	4767
	S _s -1 2		1138	4767
	S _s -1 3		1142	4767
	S _s -1 4		1103	4767
	S _s -2 1		1128	4767
	S _s -2 2		1148	4767
	S _s -3 1	H+, V+	936	4767
	S _s -3 1	H-, V+	960	4767
②	S _s -D 1	H+, V+	1196	4767
③			1194	4767
④			1589	4767
⑤			1204	4767
⑥			1204	4767
④			S _s -D 1	H+, V-

- 注記 ①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース
 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：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
 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

表 5.2.2-5 基礎地盤の支持性能に対する照査結果 (断面⑤)

検討 ケース	地震動		最大接地圧 (kN/m ²)	極限支持力度 (kN/m ²)
①	S _s -D 1	H+, V+	674	4543
		H+, V-	671	4543
		H-, V+	720	4543
		H-, V-	666	4543
	S _s -1 1		637	4543
	S _s -1 2		614	4543
	S _s -1 3		607	4543
	S _s -1 4		649	4543
	S _s -2 1		679	4543
	S _s -2 2		700	4543
	S _s -3 1	H+, V+	628	4543
	S _s -3 1	H-, V+	646	4543
②	S _s -D 1	H+, V-	665	4543
③			629	4543
④			435	4543
⑤			641	4543
⑥			655	4543
④			S _s -D 1	H+, V+

- 注記 ①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース
 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：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
 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

5.2.3 構造物の変形性に対する評価結果

地震時の止水ジョイント部の相対変位量に対する照査結果を表 5.2.3-1 及び表 5.2.3-2 に示す。なお、詳細な算出方法については「6.12 止水ジョイント部材の相対変位量に関する補足説明」に示す。

地震時の止水ジョイント部の相対変位量に対する照査を行った結果、相対変位量が許容限界以下であることを確認した。

表 5.2.3-1 一般部の地震時相対変位量

	δx (m)	δy (m)	δz (m)	最大合成変位量 (m) $\sqrt{(\delta x^2 + \delta y^2 + \delta z^2)}$	許容限界 (m)
一般部 地震時相対変位量	0.812	0.824	0.100	1.162	1.5

表 5. 2. 3-2 隅角部の地震時相対変位量

位置番号	堤内側 角度 (°)	δx (m)	δy (m)	δz (m)	最大合成変位量 (m) $\sqrt{(\delta x^2 + \delta y^2 + \delta z^2)}$	許容限界(m)
①	141.5	0.467	0.987	0.100	1.097	1.5
②	133.9	0.984	0.419	0.100	1.075	1.5
③	192.7	0.893	0.725	0.100	1.155	1.5
④	121.0	0.968	0.548	0.100	1.117	1.5
⑤	133.2	0.984	0.426	0.100	1.077	1.5
⑥	138.0	0.432	0.990	0.100	1.085	1.5
⑦	226.5	0.425	0.990	0.100	1.083	1.5
⑧	90.2	0.819	0.817	0.100	1.162	1.5
⑨	146.9	0.521	0.979	0.100	1.114	1.5

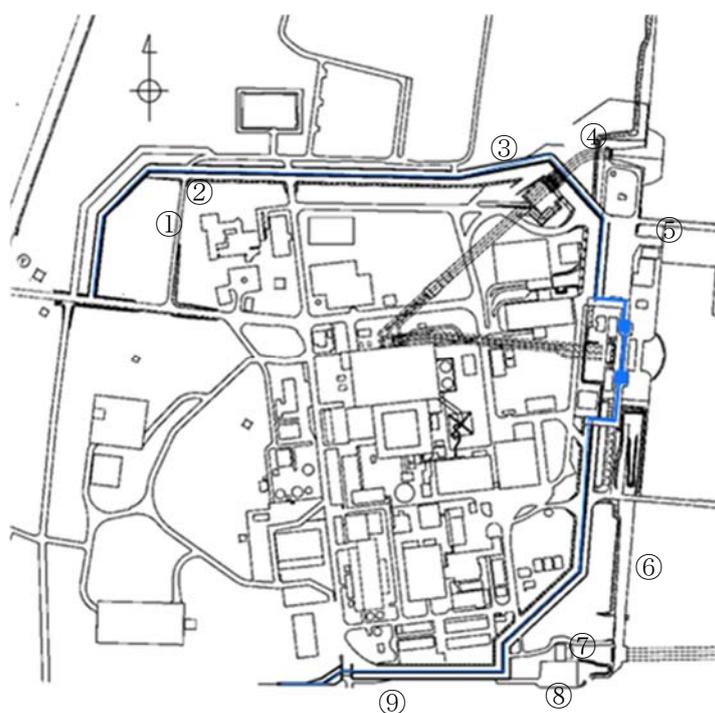


図 5. 2. 3-1 隅角部の地震時相対変位量の評価位置番号

5.3 まとめ

「5.2 耐震評価結果」による全ての評価項目において、鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁の評価対象部位に作用する応力の照査値及び接地圧が許容限界以下であることを確認した。

鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁の耐震安全性評価に関する参考資料

(参考1) 減衰定数の設定について

地震応答解析における減衰定数については、固有値解析にて求ま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図 1-1 に示す。また、設定した Rayleigh 減衰を図 1-2 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。

構造物の 1 次モードについては、刺激係数を勘案し構造系がせん断変形しているモードに着目することにより選定している。

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、ひずみが多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 14 年 3 月））とする。

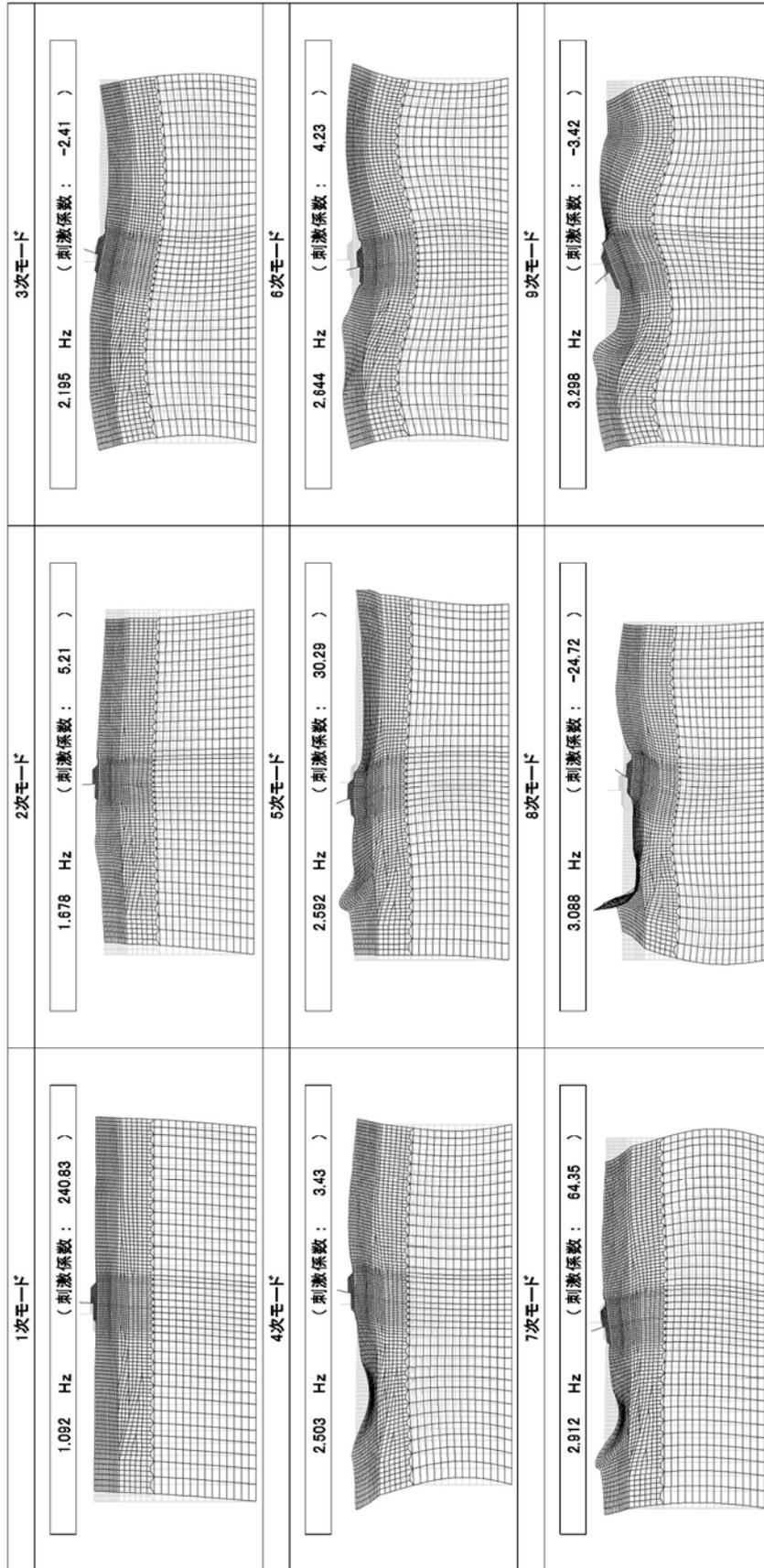


図1-1 (1) 鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁の固有値解析結果
 (断面① 検討ケース①: 原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)

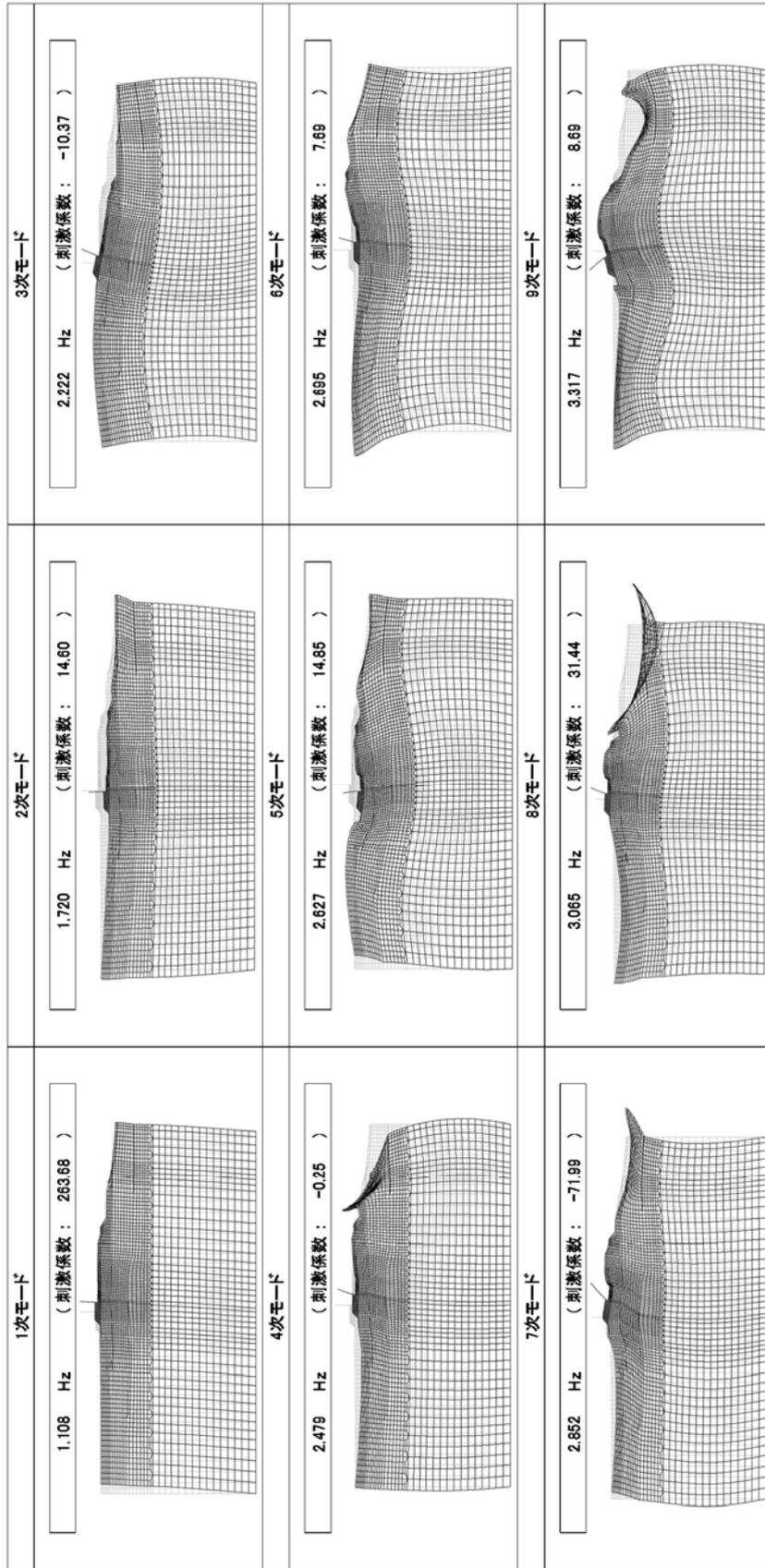


図 1-1 (2) 鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁の固有値解析結果
 (断面② 検討ケース①: 原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)

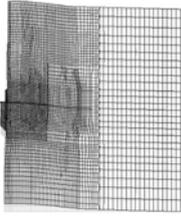
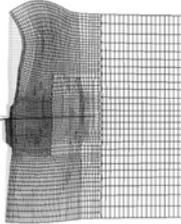
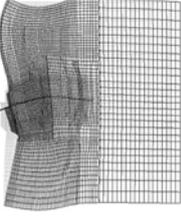
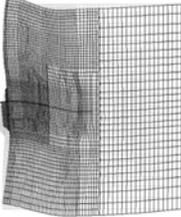
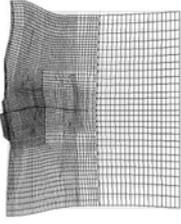
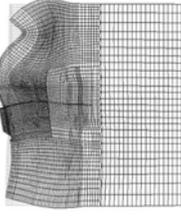
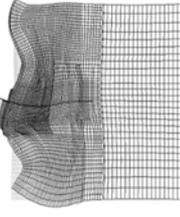
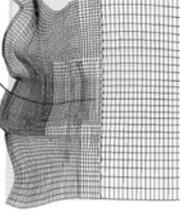
<p>1次モード</p> <p>0.581 Hz (刺激係数 : 244.21)</p> 	<p>2次モード</p> <p>1.037 Hz (刺激係数 : 8.78)</p> 	<p>3次モード</p> <p>1.234 Hz (刺激係数 : 76.22)</p> 
<p>4次モード</p> <p>1.350 Hz (刺激係数 : -141.06)</p> 	<p>5次モード</p> <p>1.430 Hz (刺激係数 : -9.20)</p> 	<p>6次モード</p> <p>1.588 Hz (刺激係数 : 7.97)</p> 
<p>7次モード</p> <p>1.883 Hz (刺激係数 : 4.91)</p> 	<p>8次モード</p> <p>2.017 Hz (刺激係数 : 3.84)</p> 	<p>9次モード</p> <p>2.175 Hz (刺激係数 : 28.92)</p> 

図1-1 (3) 鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁の固有値解析結果
(断面③ 検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)

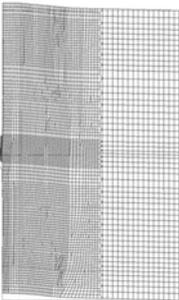
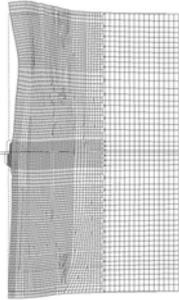
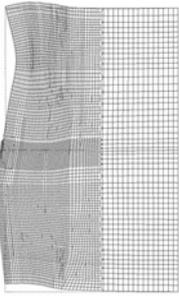
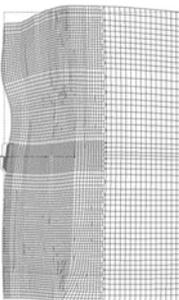
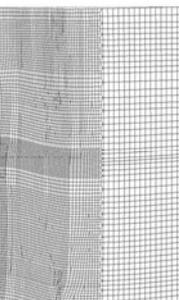
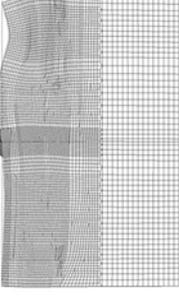
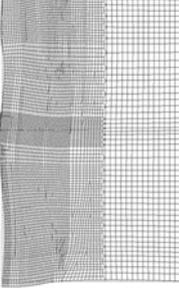
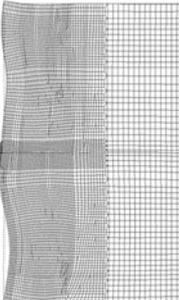
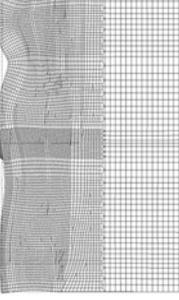
<p>1次モード</p> <p>0.565 Hz (刺激係数: 273.69)</p> 	<p>2次モード</p> <p>0.874 Hz (刺激係数: -3.22)</p> 	<p>3次モード</p> <p>1.151 Hz (刺激係数: -18.89)</p> 
<p>4次モード</p> <p>1.262 Hz (刺激係数: 85.89)</p> 	<p>5次モード</p> <p>1.325 Hz (刺激係数: -145.13)</p> 	<p>6次モード</p> <p>1.343 Hz (刺激係数: 16.07)</p> 
<p>7次モード</p> <p>1.465 Hz (刺激係数: 2.23)</p> 	<p>8次モード</p> <p>1.536 Hz (刺激係数: 10.83)</p> 	<p>9次モード</p> <p>1.664 Hz (刺激係数: 3.10)</p> 

図1-1 (4) 鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁の固有値解析結果
(断面④ 検討ケース①: 原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)

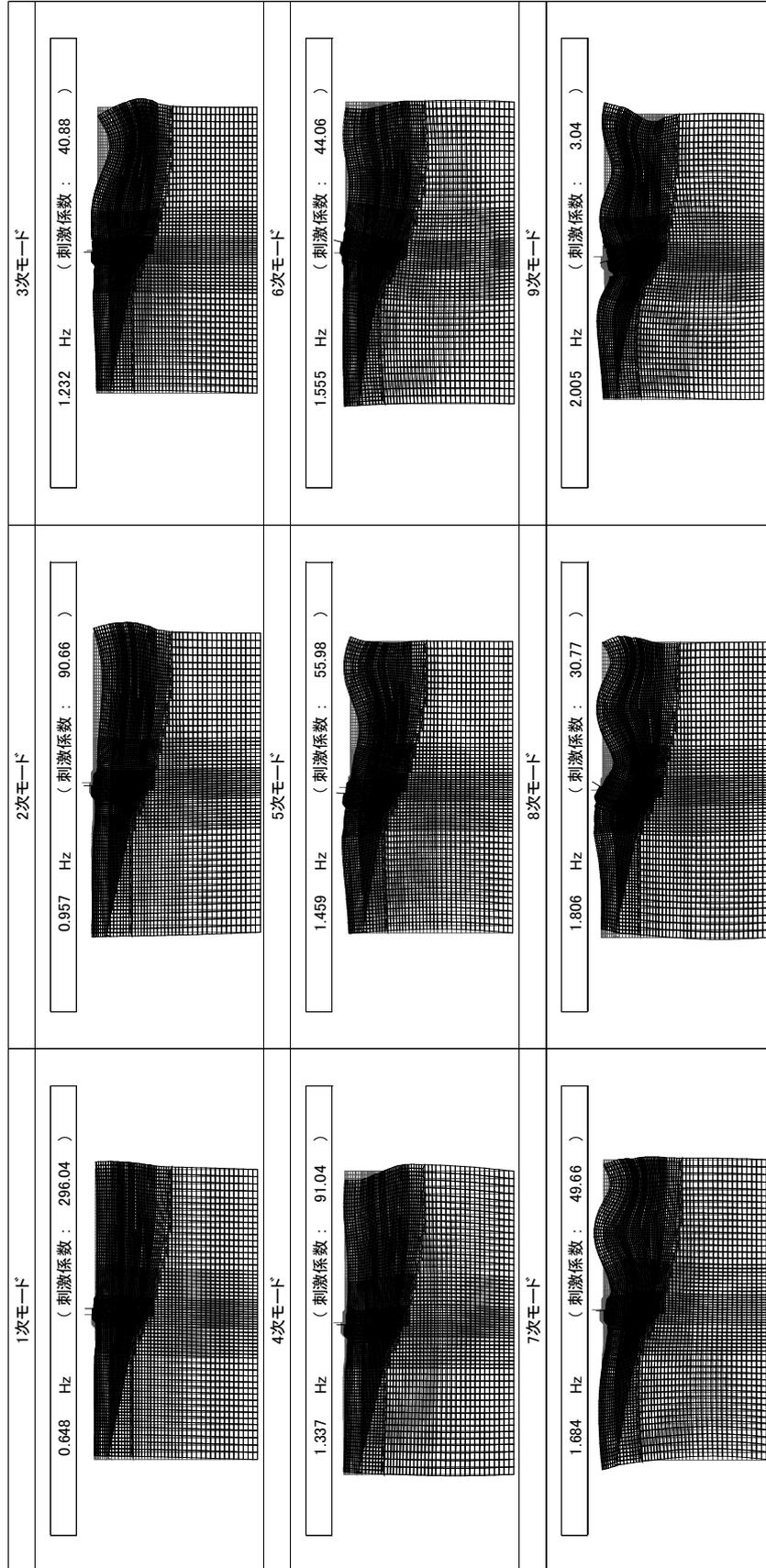


図 1-1 (5) 鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁の固有値解析結果
(断面⑤ 検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)

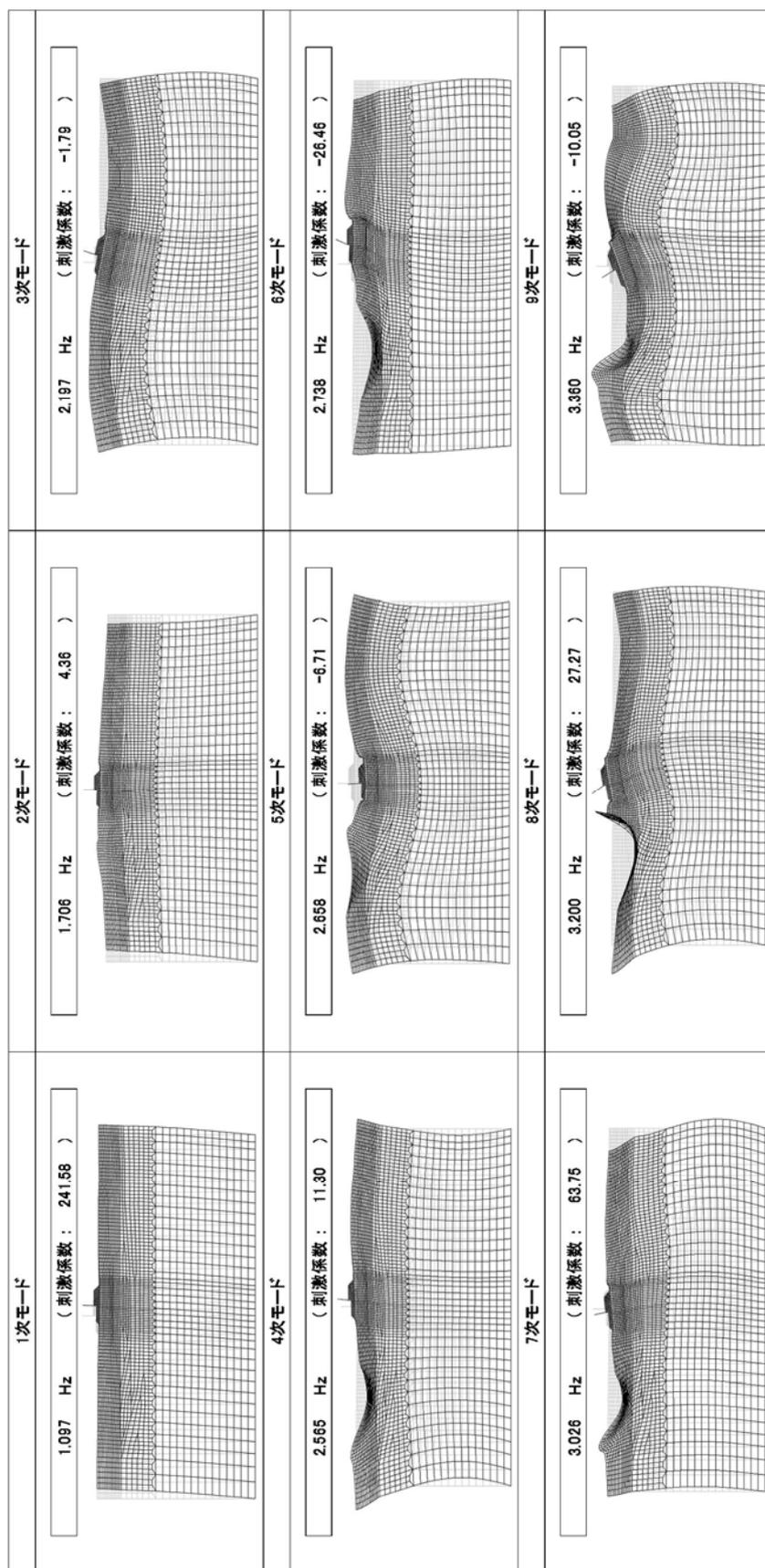


図 1-1 (6) 鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁の固有値解析結果
 (断面① 検討ケース②: 地盤物性のばらつきを考慮 (+1σ) した解析ケース)

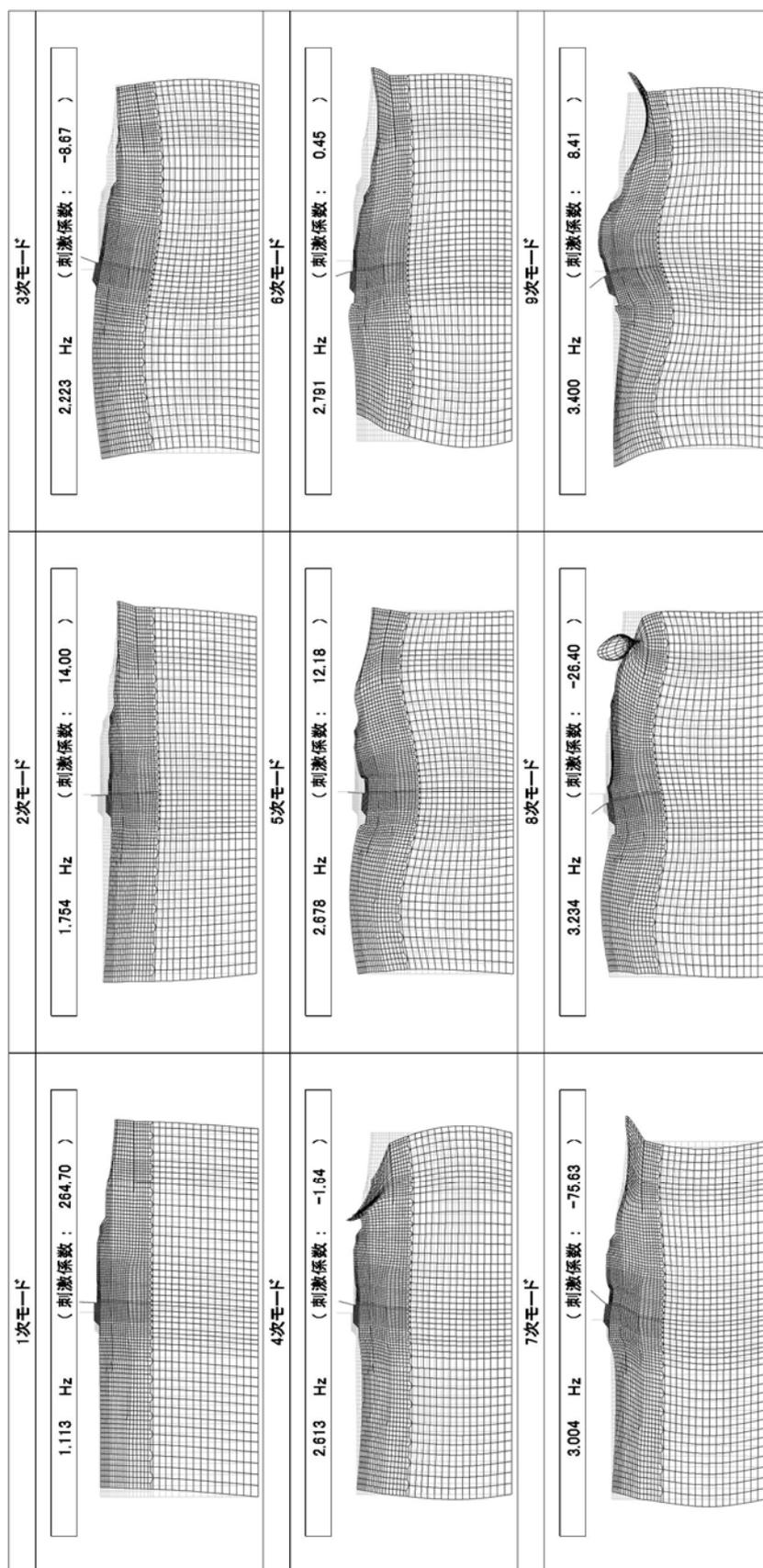


図 1-1 (7) 鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁の固有値解析結果
 (断面② 検討ケース② : 地盤物性のばらつきを考慮 (+1σ) した解析ケース)

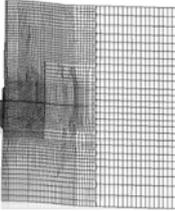
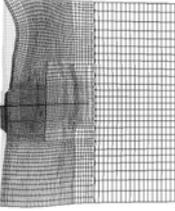
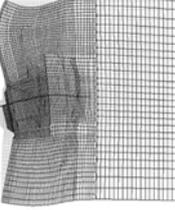
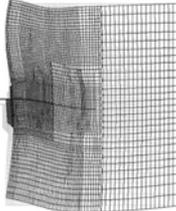
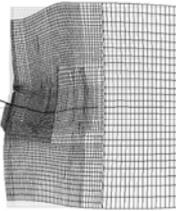
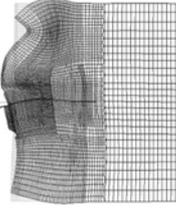
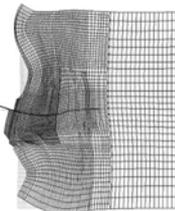
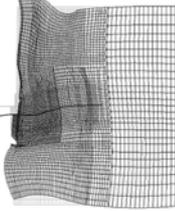
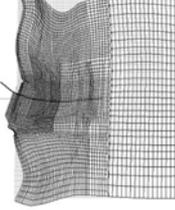
<p>1次モード</p> <p>0.614 Hz (刺激係数 : 251.76)</p> 	<p>2次モード</p> <p>1.121 Hz (刺激係数 : 9.78)</p> 	<p>3次モード</p> <p>1.322 Hz (刺激係数 : 91.29)</p> 
<p>4次モード</p> <p>1.420 Hz (刺激係数 : -116.57)</p> 	<p>5次モード</p> <p>1.497 Hz (刺激係数 : 28.57)</p> 	<p>6次モード</p> <p>1.729 Hz (刺激係数 : 6.68)</p> 
<p>7次モード</p> <p>2.038 Hz (刺激係数 : 3.21)</p> 	<p>8次モード</p> <p>2.152 Hz (刺激係数 : 2.66)</p> 	<p>9次モード</p> <p>2.343 Hz (刺激係数 : 28.54)</p> 

図 1-1 (8) 鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁の固有値解析結果
(断面③ 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)

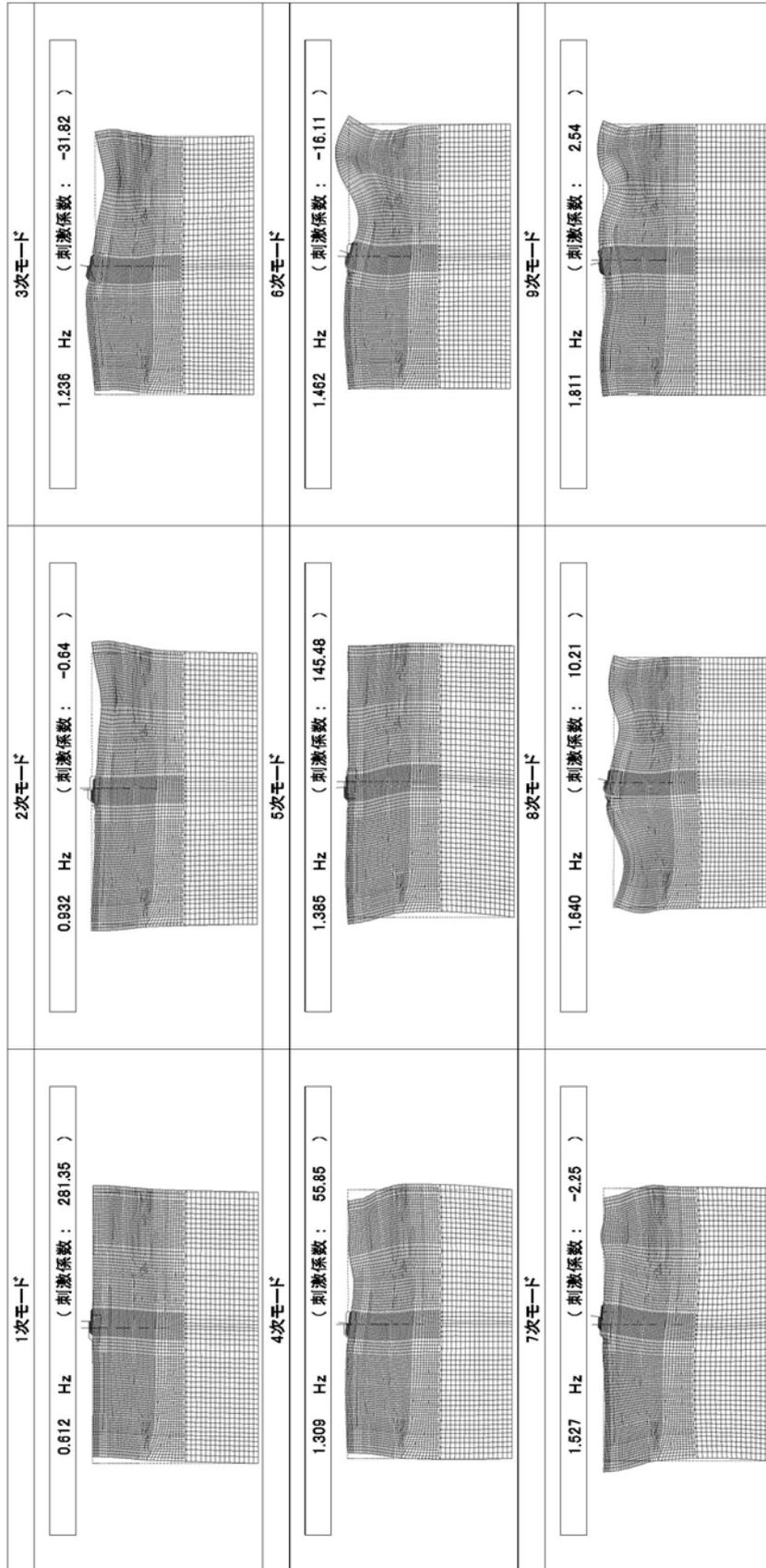


図 1-1 (9) 鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁の固有値解析結果
 (断面④ 検討ケース②: 地盤物性のばらつきを考慮 (+1σ) した解析ケース)

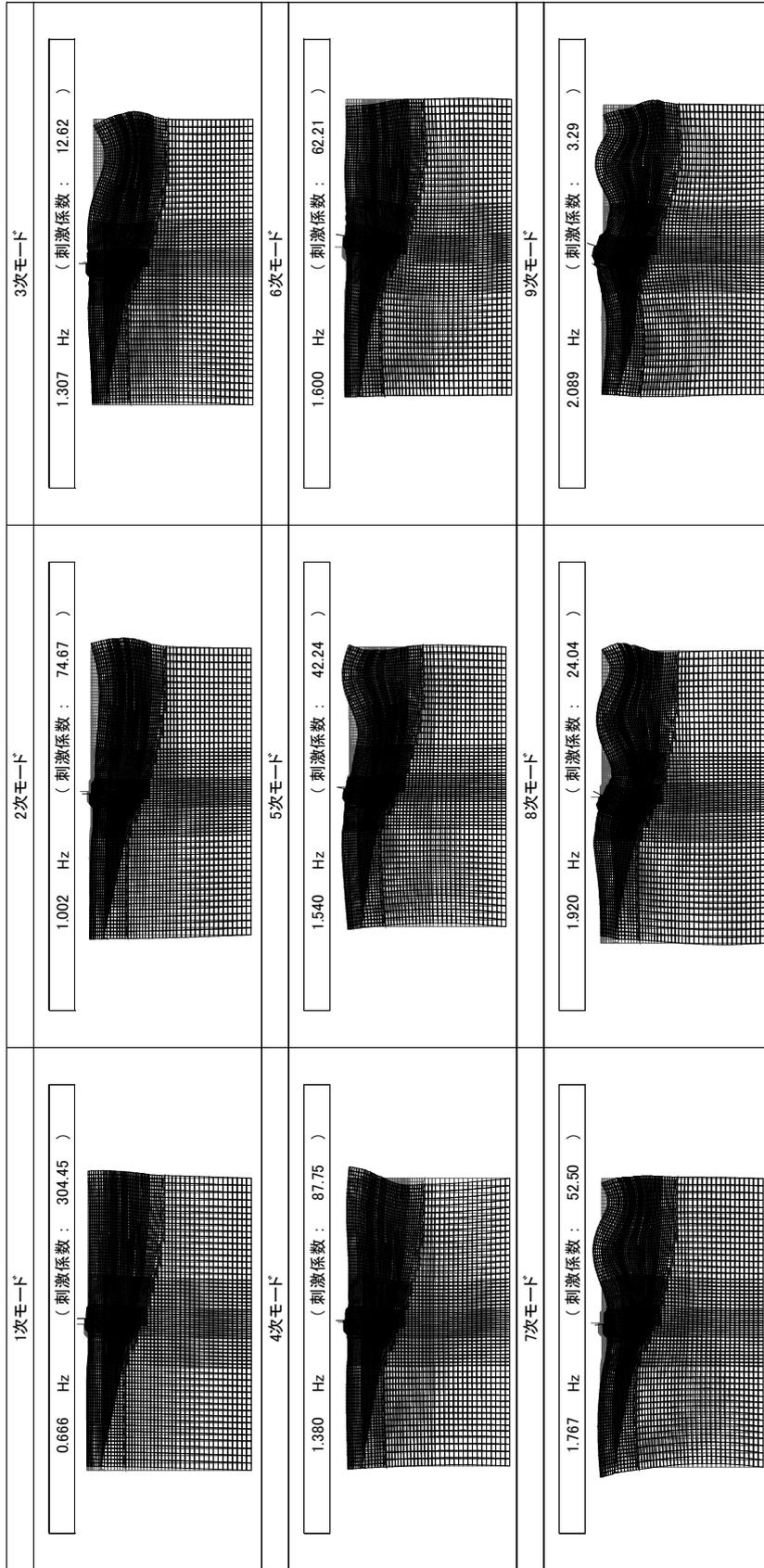


図 1-1 (10) 鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁の固有値解析結果
(断面⑤ 検討ケース②：地盤物性のばらつきを考慮 (+1 σ) した解析ケース)

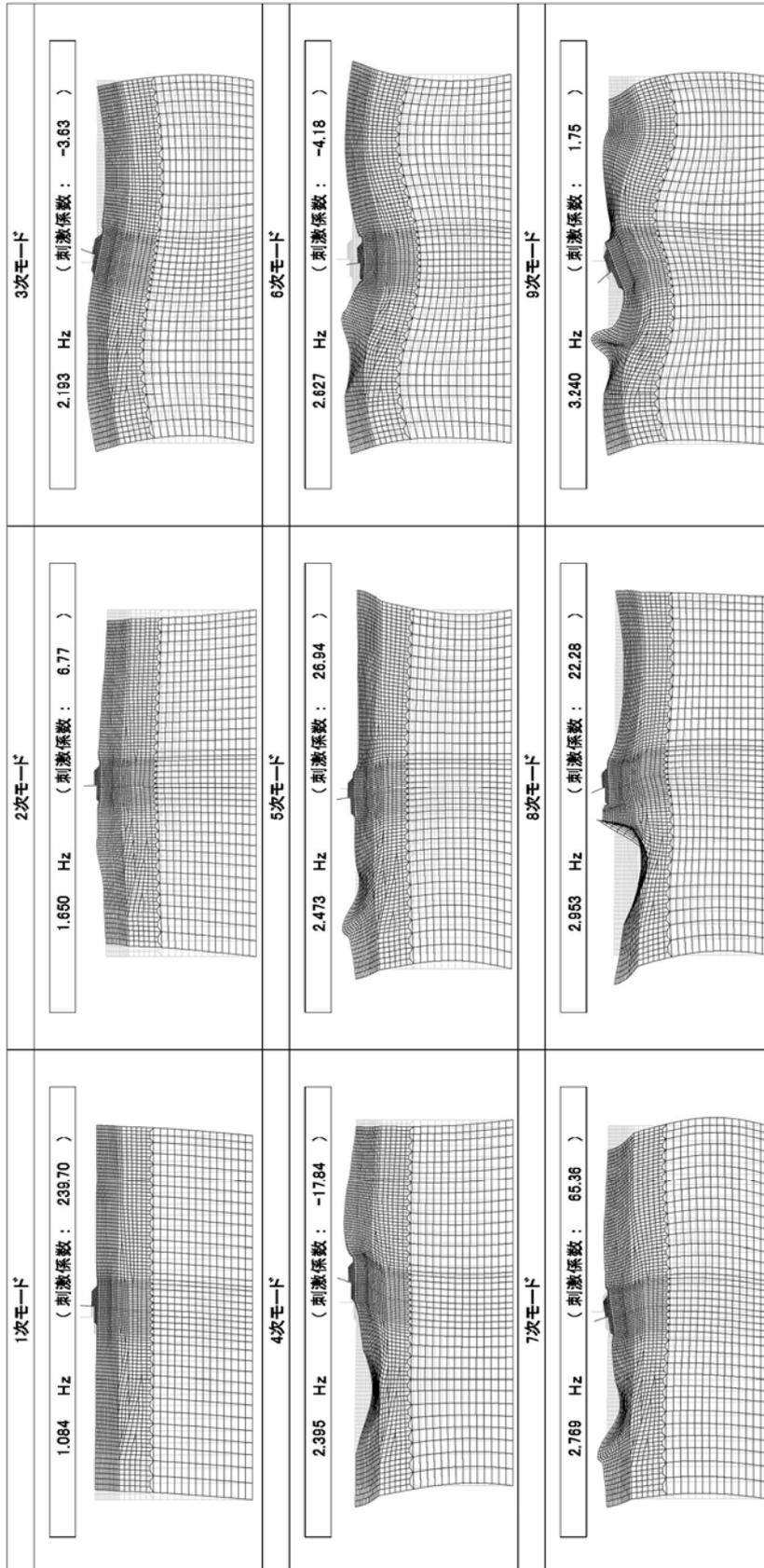


図 1-1 (11) 鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁の固有値解析結果

(断面① 検討ケース③：地盤物性のばらつきを考慮 (-1 σ) した解析ケース)

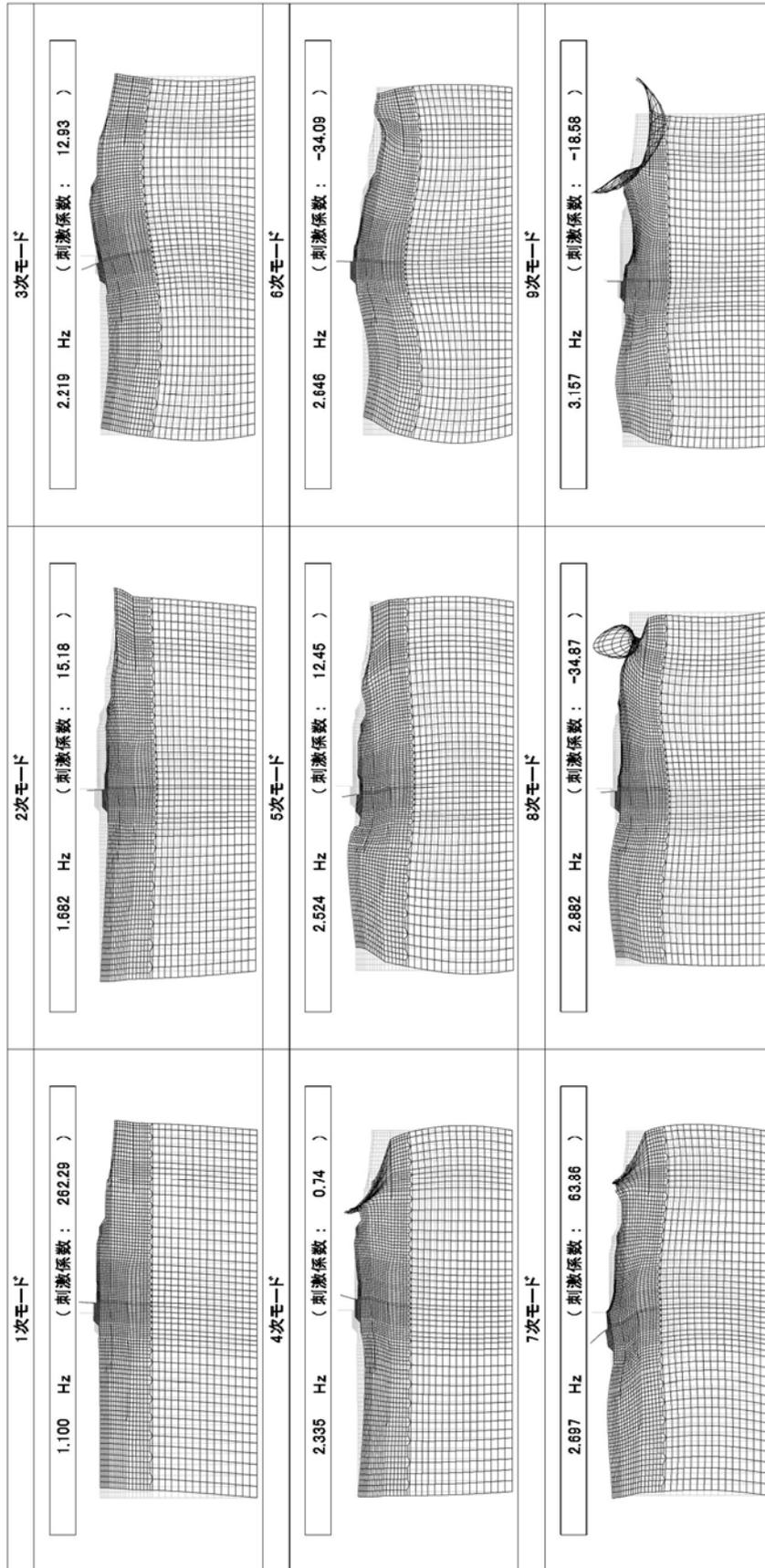


図 1-1 (12) 鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁の固有値解析結果
(断面② 検討ケース③: 地盤物性のばらつきを考慮 (-1 σ) した解析ケース)

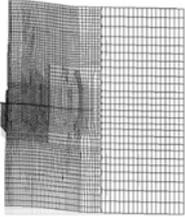
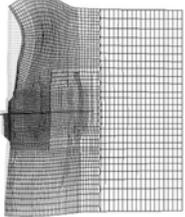
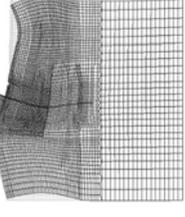
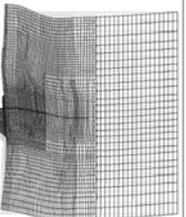
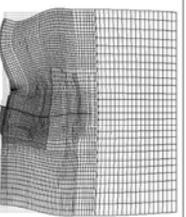
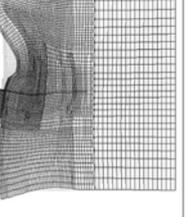
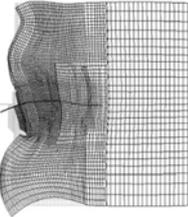
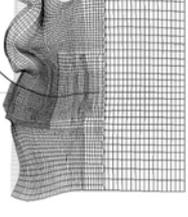
<p>1次モード</p> <p>0.541 Hz (刺激係数: 235.13)</p> 	<p>2次モード</p> <p>0.936 Hz (刺激係数: 5.82)</p> 	<p>3次モード</p> <p>1.129 Hz (刺激係数: -58.26)</p> 
<p>4次モード</p> <p>1.275 Hz (刺激係数: -159.51)</p> 	<p>5次モード</p> <p>1.359 Hz (刺激係数: -9.66)</p> 	<p>6次モード</p> <p>1.438 Hz (刺激係数: -12.23)</p> 
<p>7次モード</p> <p>1.716 Hz (刺激係数: -6.01)</p> 	<p>8次モード</p> <p>1.866 Hz (刺激係数: 9.66)</p> 	<p>9次モード</p> <p>1.974 Hz (刺激係数: 22.58)</p> 

図 1-1 (13) 鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁の固有値解析結果
(断面③ 検討ケース③: 地盤物性のばらつきを考慮 (-1 σ) した解析ケース)

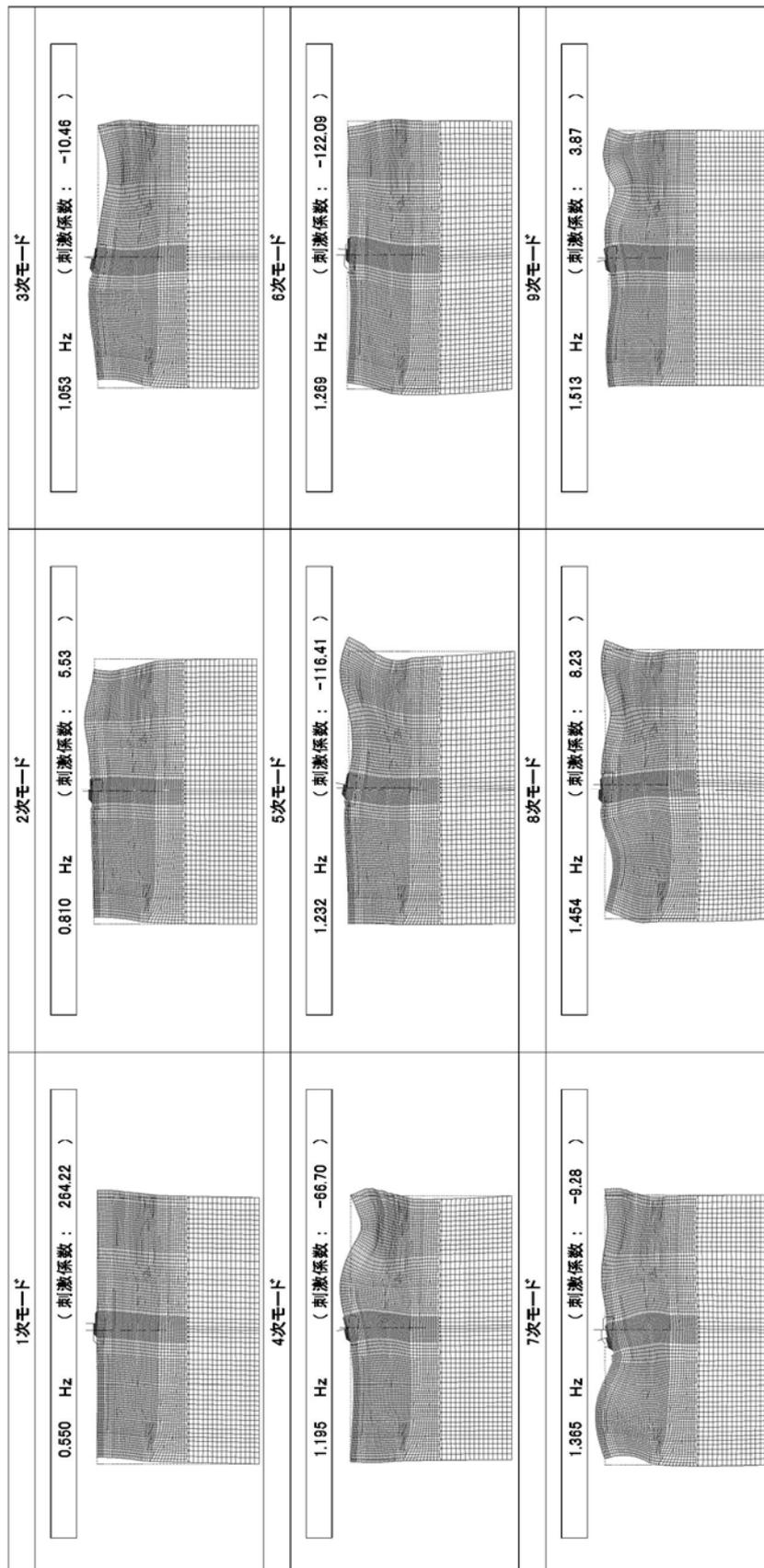


図 1-1 (14) 鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁の固有値解析結果
 (断面④ 検討ケース③: 地盤物性のばらつきを考慮 (-1 σ) した解析ケース)

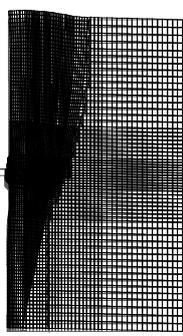
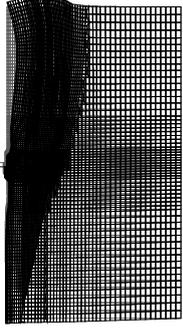
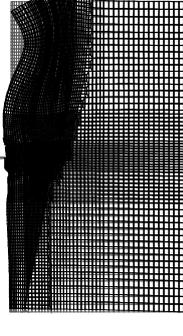
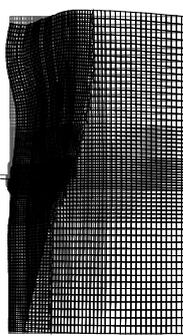
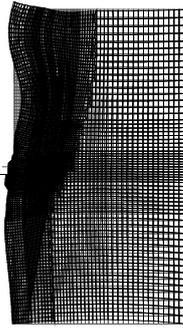
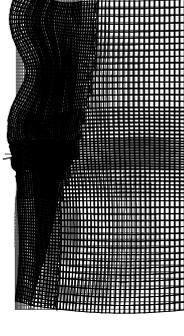
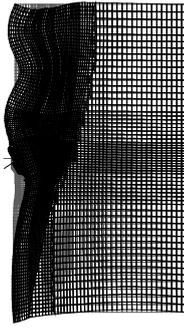
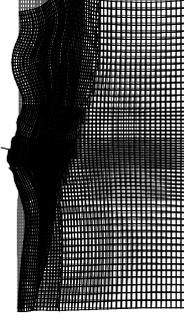
<p>1次モード</p> <p>0.623 Hz (刺激係数 : 283.66)</p> 	<p>2次モード</p> <p>0.906 Hz (刺激係数 : 107.63)</p> 	<p>3次モード</p> <p>1.138 Hz (刺激係数 : 58.36)</p> 
<p>4次モード</p> <p>1.287 Hz (刺激係数 : 105.94)</p> 	<p>5次モード</p> <p>1.368 Hz (刺激係数 : 37.96)</p> 	<p>6次モード</p> <p>1.507 Hz (刺激係数 : 50.90)</p> 
<p>7次モード</p> <p>1.592 Hz (刺激係数 : 30.54)</p> 	<p>8次モード</p> <p>1.675 Hz (刺激係数 : 41.10)</p> 	<p>9次モード</p> <p>1.911 Hz (刺激係数 : 0.66)</p> 

図 1-1 (15) 鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁の固有値解析結果
(断面⑤ 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)

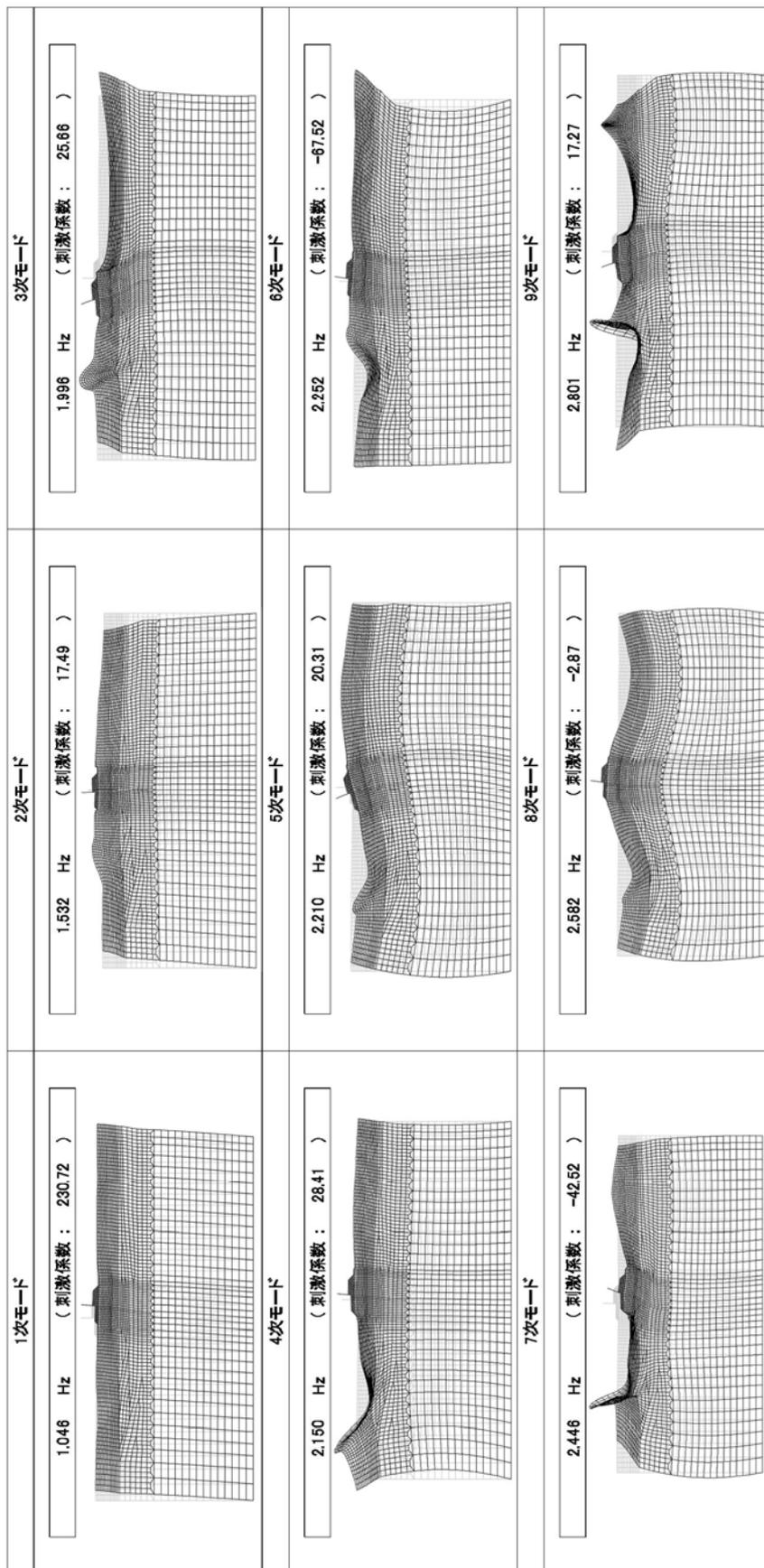


図 1-1 (16) 鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁の固有値解析結果

(断面① 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)

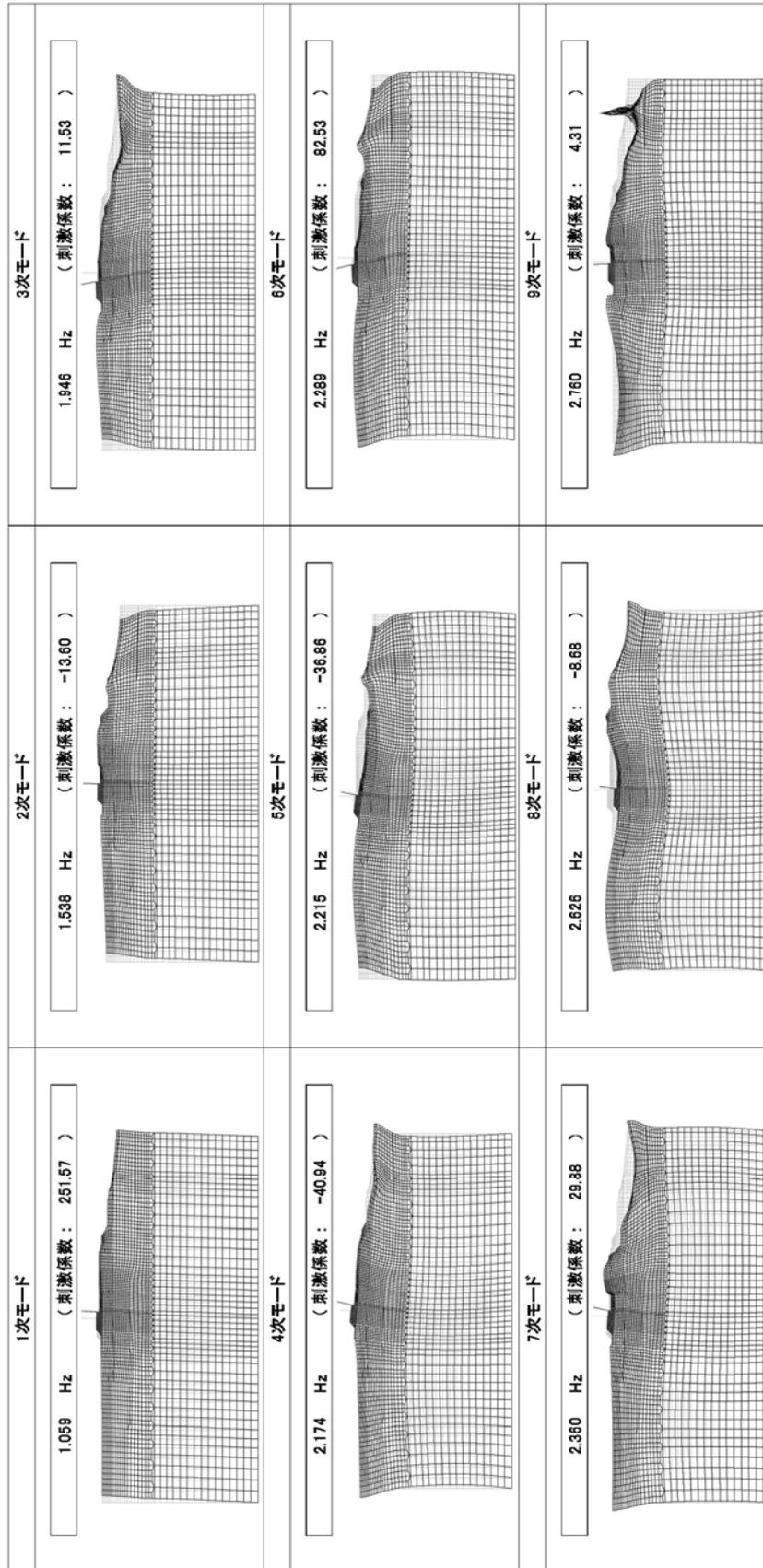


図 1-1 (17) 鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁の固有値解析結果

(断面② 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)

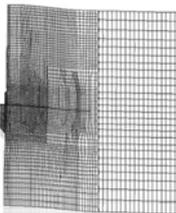
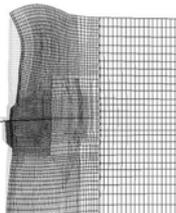
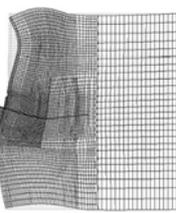
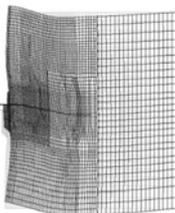
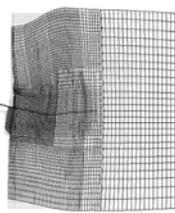
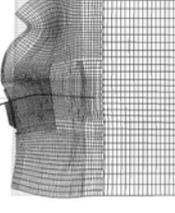
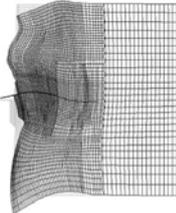
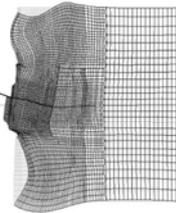
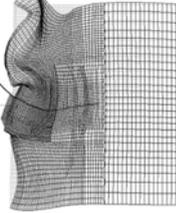
1次モード	2次モード	3次モード
0.561 Hz (刺激係数 : 243.69) 	0.882 Hz (刺激係数 : 14.67) 	1.188 Hz (刺激係数 : -63.10) 
4次モード	5次モード	6次モード
1.325 Hz (刺激係数 : -144.23) 	1.362 Hz (刺激係数 : 22.99) 	1.516 Hz (刺激係数 : 7.85) 
7次モード	8次モード	9次モード
1.777 Hz (刺激係数 : -6.59) 	1.825 Hz (刺激係数 : 6.82) 	2.036 Hz (刺激係数 : 31.19) 

図 1-1 (18) 鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁の固有値解析結果

(断面③ 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)

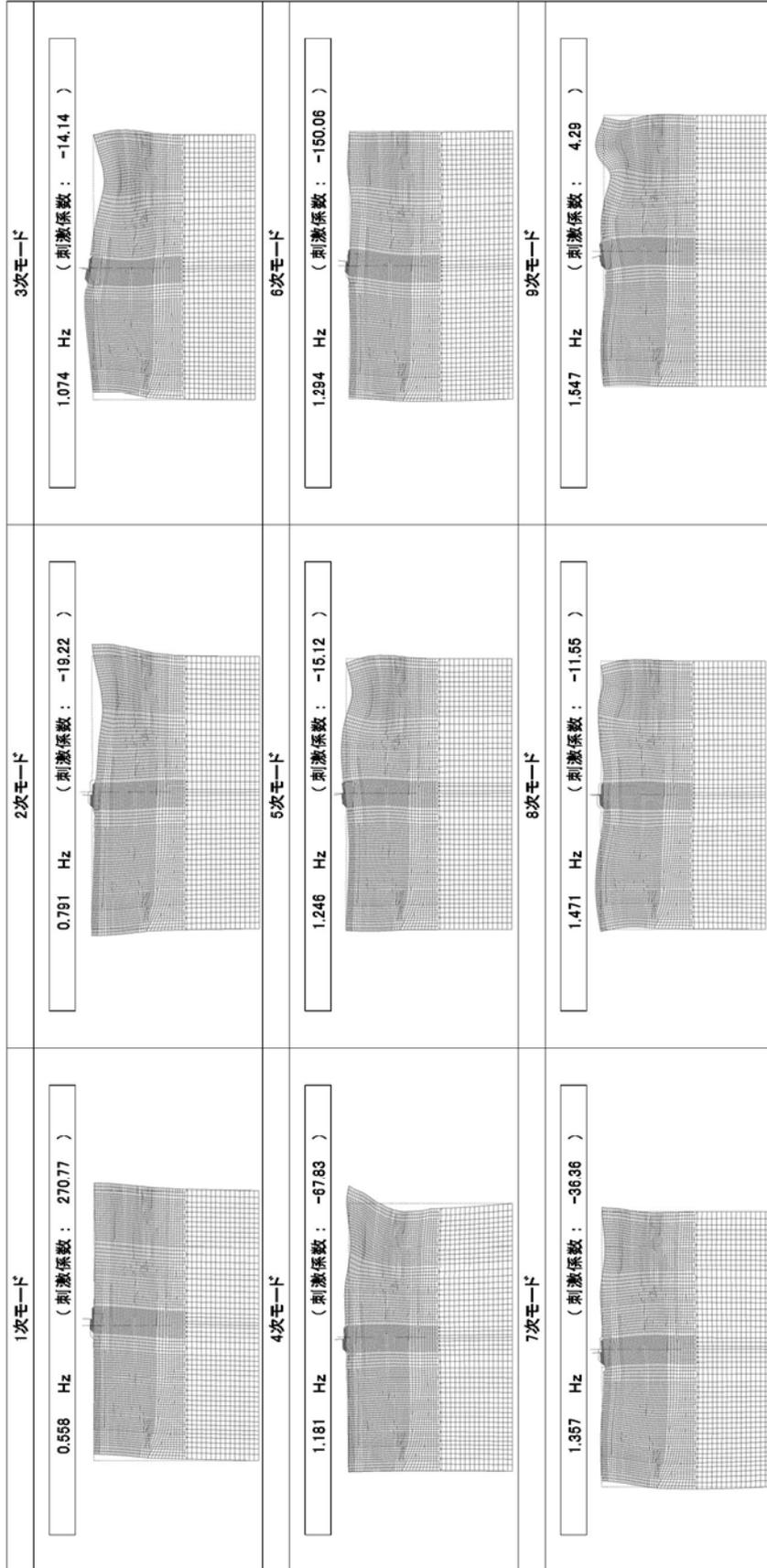


図 1-1 (19) 鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁の固有値解析結果

(断面④ 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)

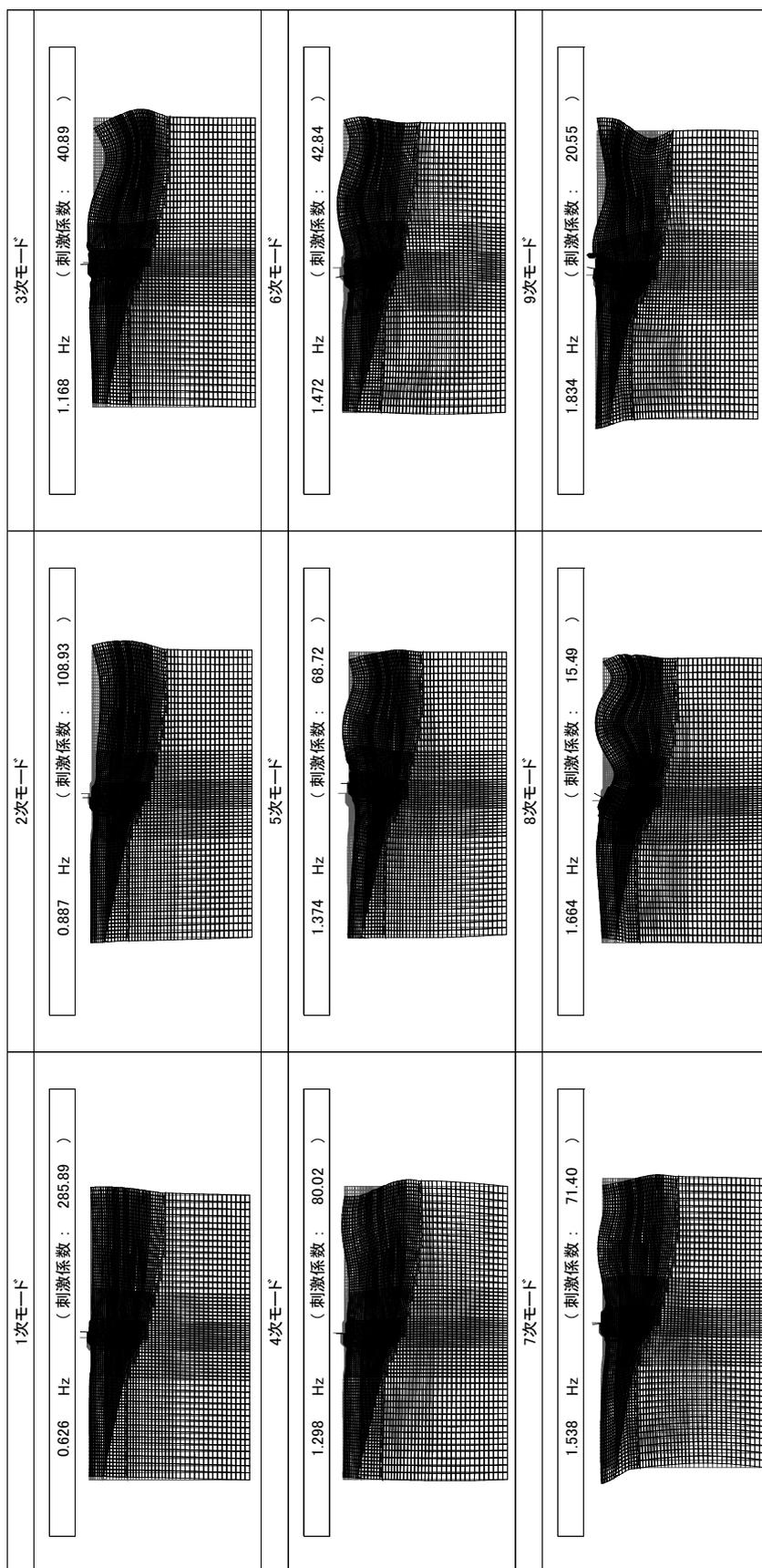


図 1-1 (20) 鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁の固有値解析結果

(断面⑤ 検討ケース④ : 敷地に存在しない豊浦標準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)

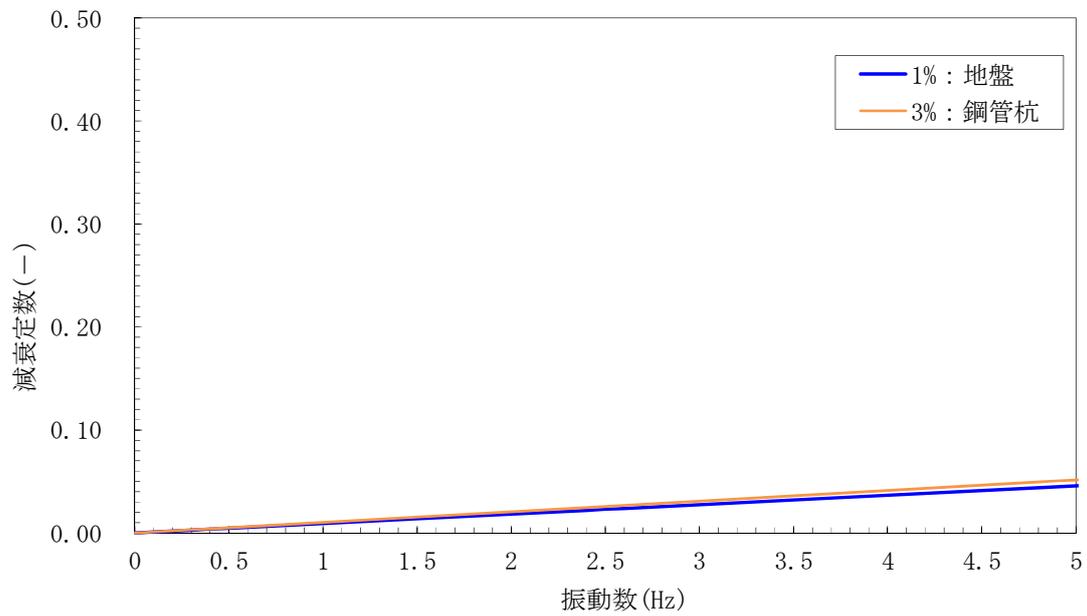


図 1-2 (1) 設定した Rayleigh 減衰

(断面① 検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)

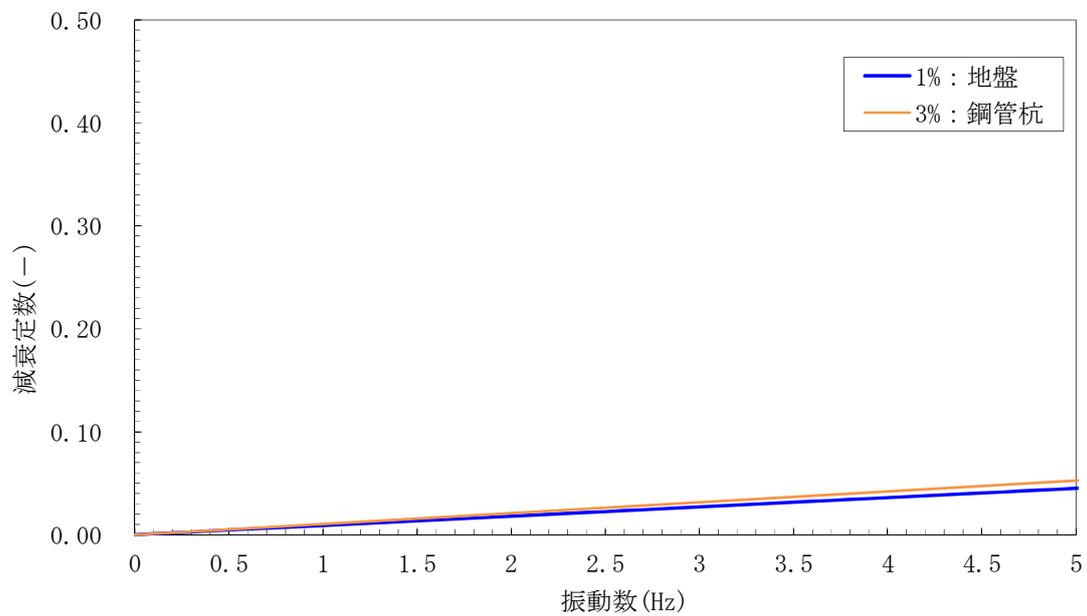


図 1-2 (2) 設定した Rayleigh 減衰

(断面② 検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)

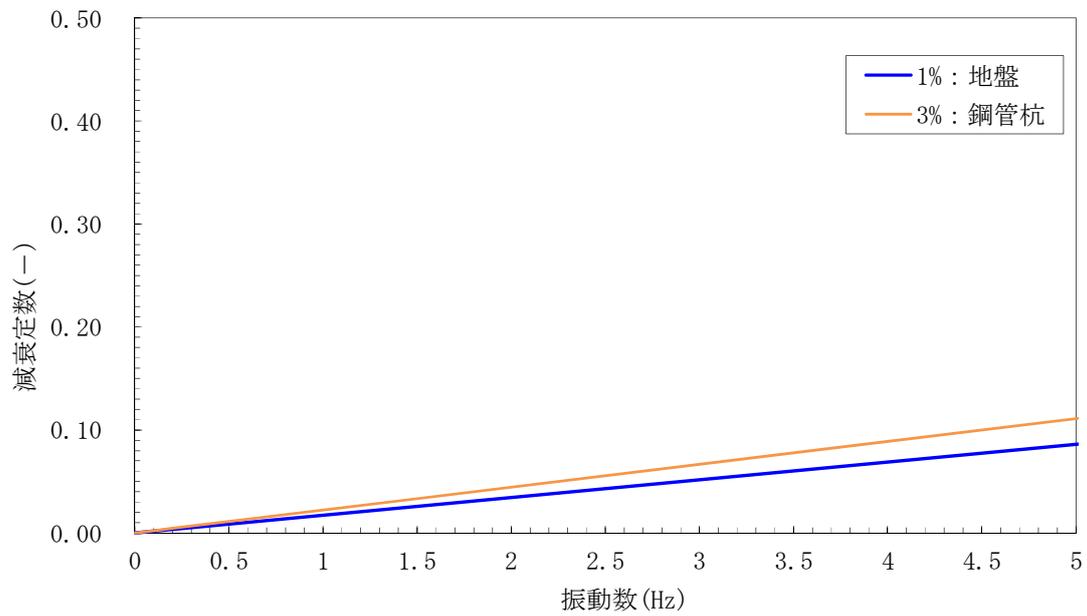


図 1-2 (3) 設定した Rayleigh 減衰

(断面③ 検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)

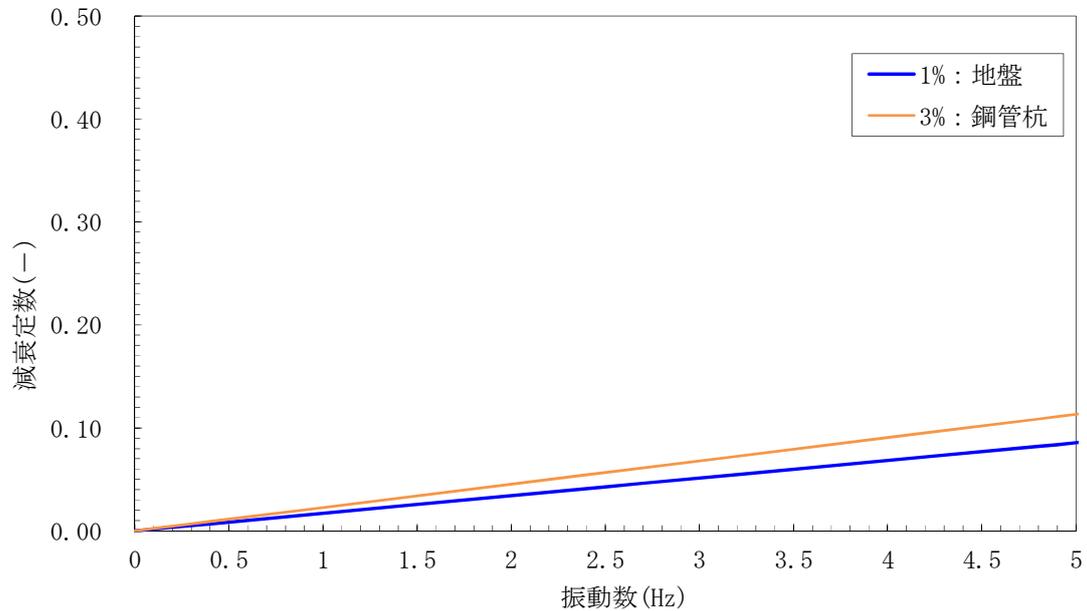


図 1-2 (4) 設定した Rayleigh 減衰

(断面④ 検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)

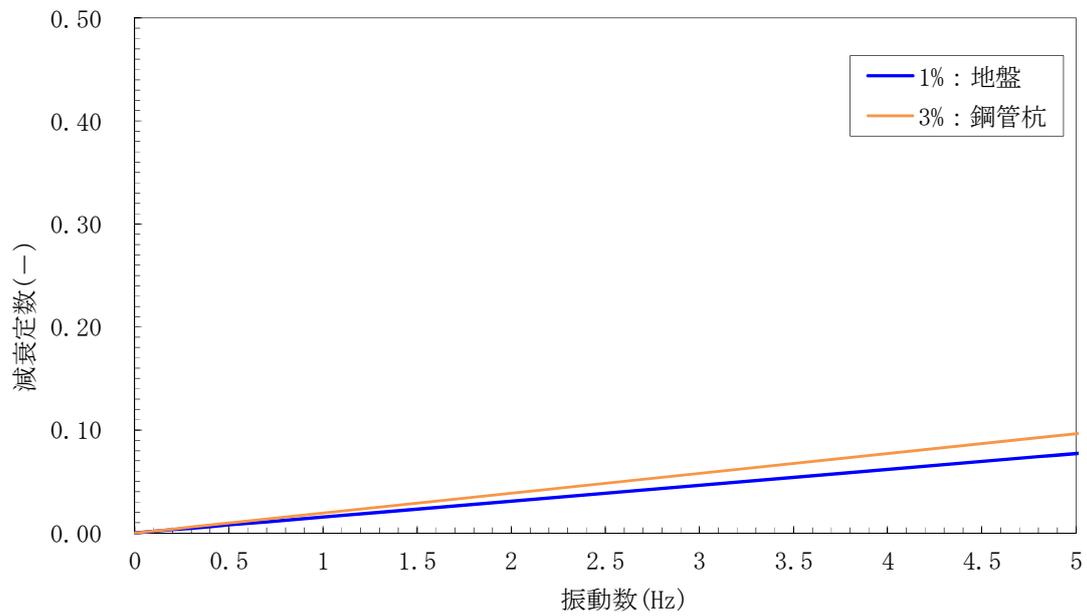


図 1-2 (5) 設定した Rayleigh 減衰
 (断面⑤ 検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)

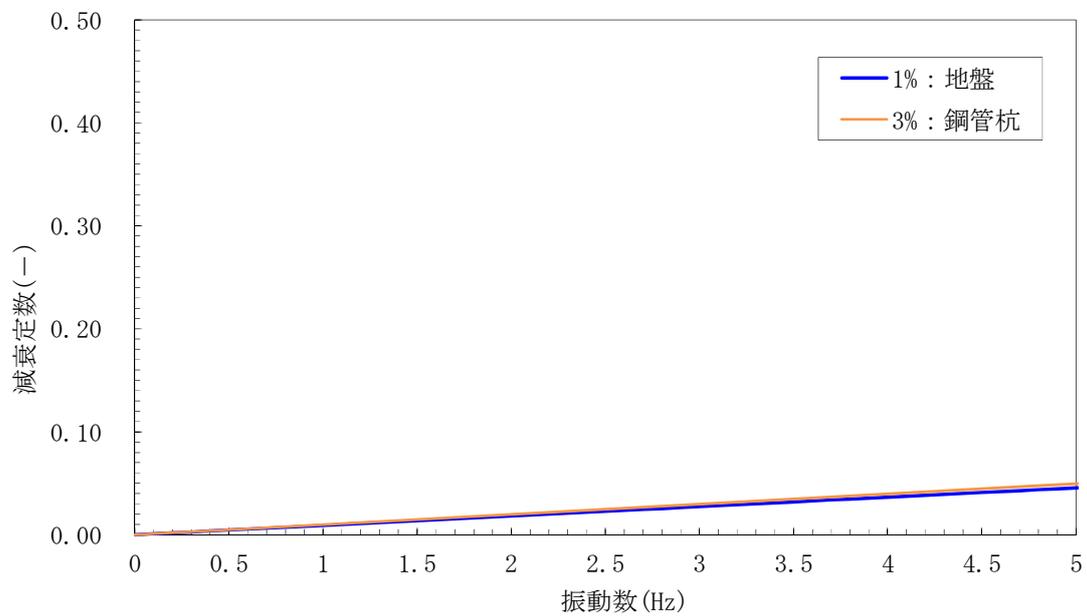


図 1-2 (6) 設定した Rayleigh 減衰
 (断面① 検討ケース②：地盤物性のばらつきを考慮 (+1σ) した解析ケース)

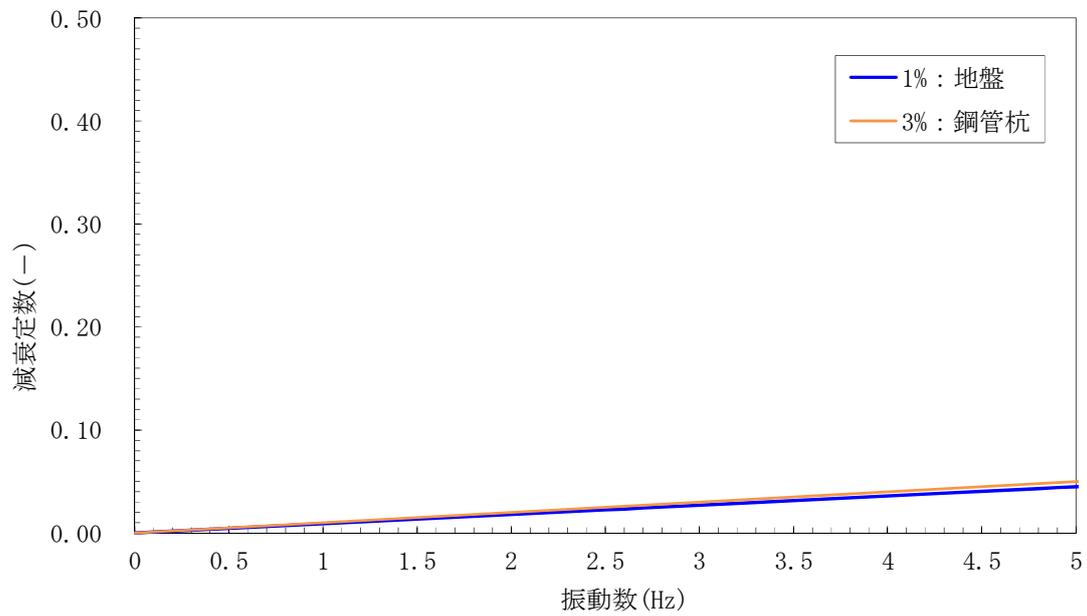


図 1-2 (7) 設定した Rayleigh 減衰

(断面② 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)

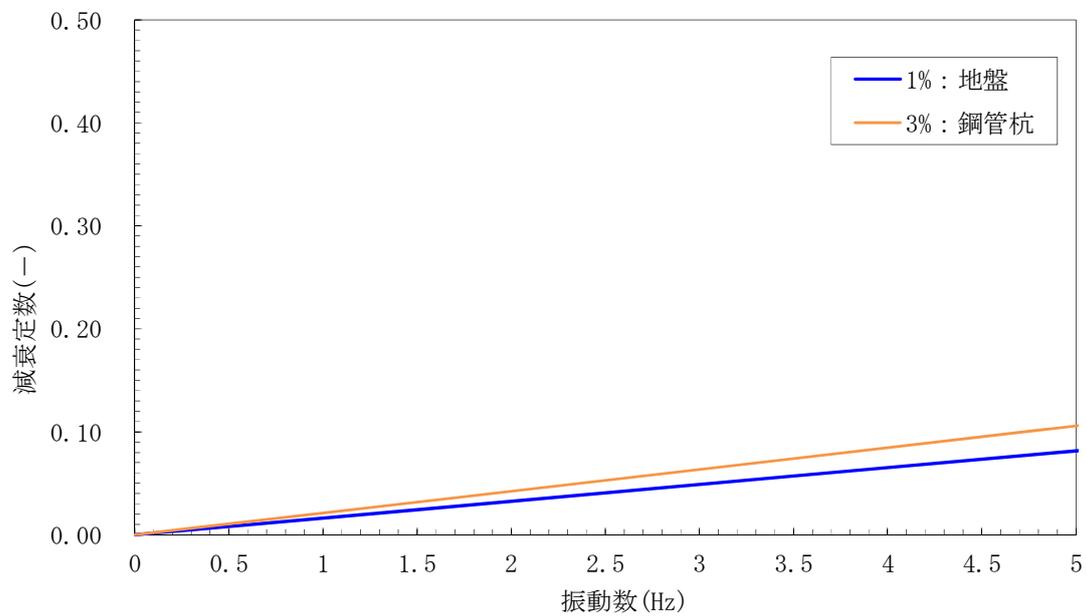


図 1-2 (8) 設定した Rayleigh 減衰

(断面③ 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)

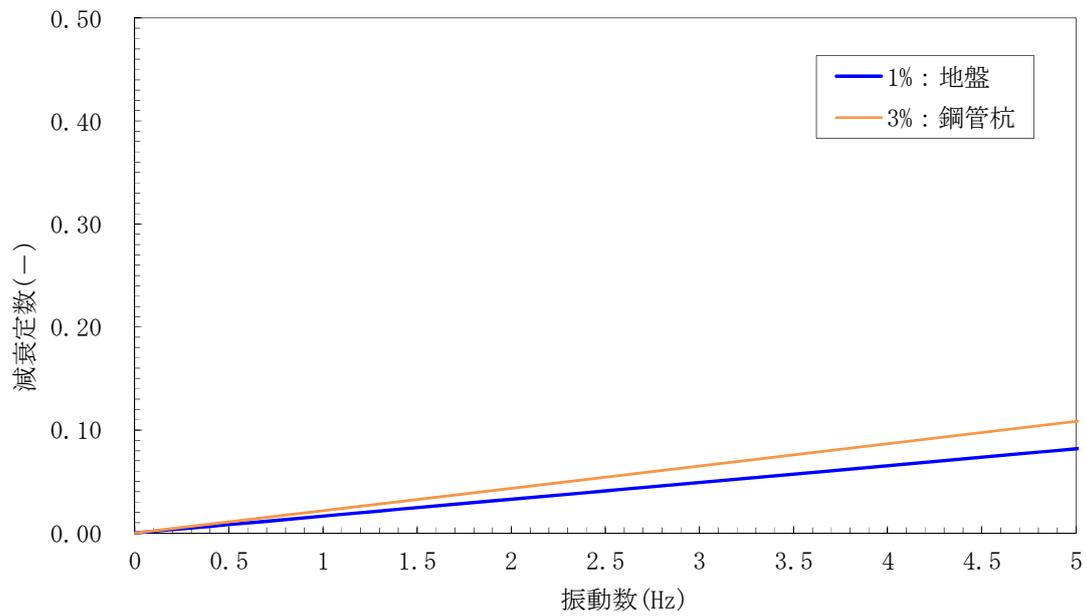


図 1-2 (9) 設定した Rayleigh 減衰

(断面④ 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)

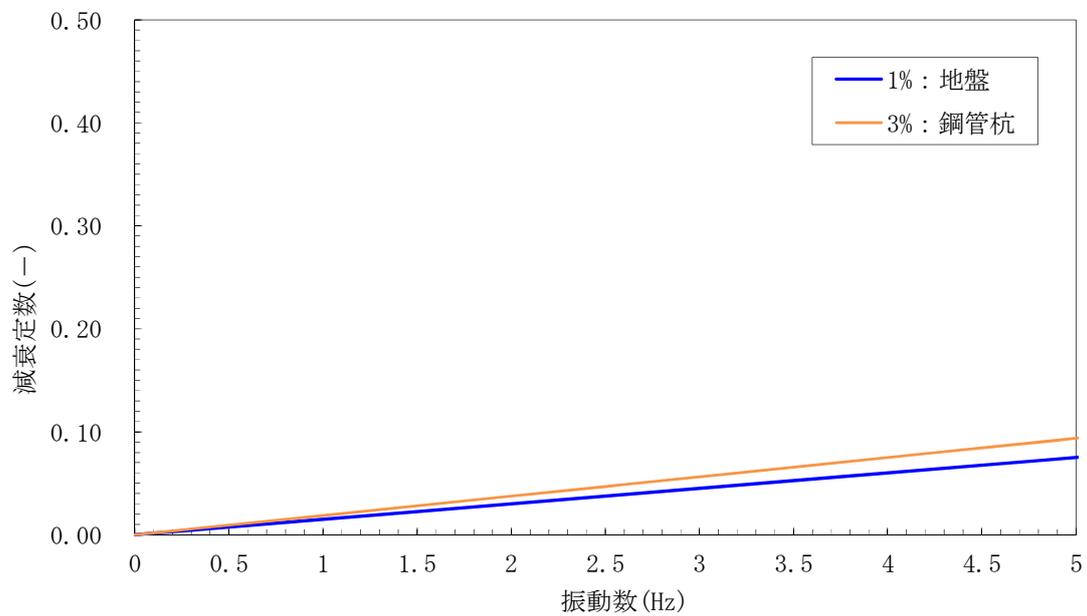


図 1-2 (10) 設定した Rayleigh 減衰

(断面⑤ 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)

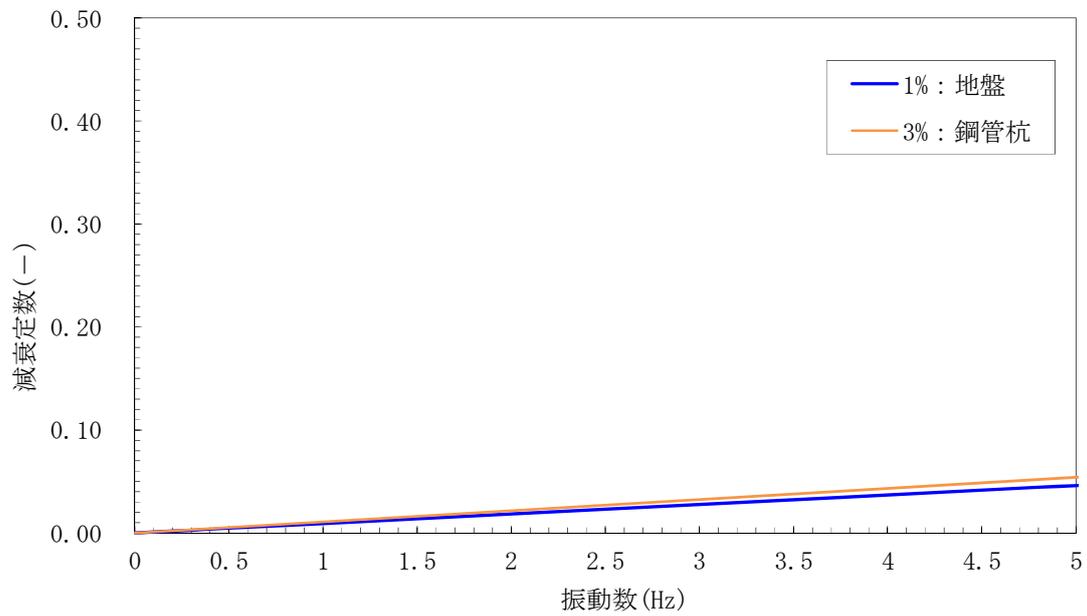


図 1-2 (11) 設定した Rayleigh 減衰

(断面① 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)

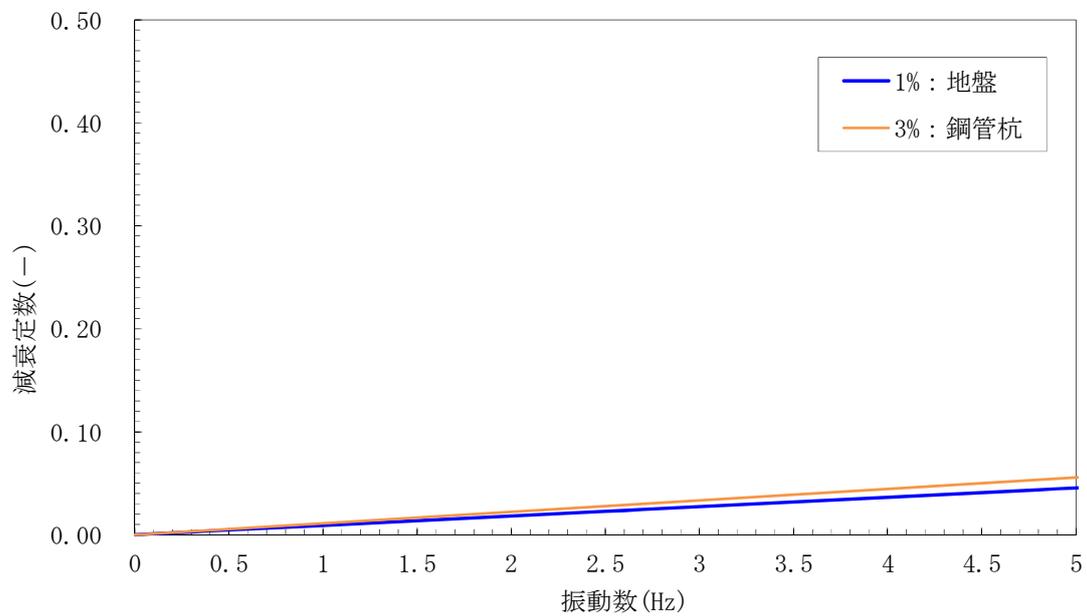


図 1-2 (12) 設定した Rayleigh 減衰

(断面② 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)

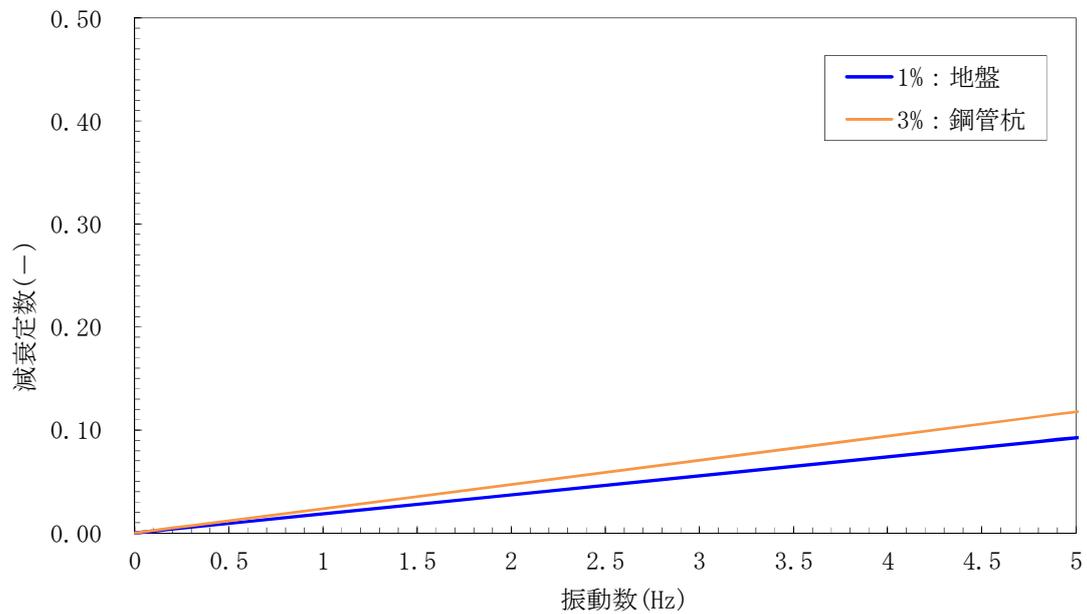


図 1-2 (13) 設定した Rayleigh 減衰
 (断面③ 検討ケース③ : 地盤物性のばらつきを考慮 (-1σ) した解析ケース)

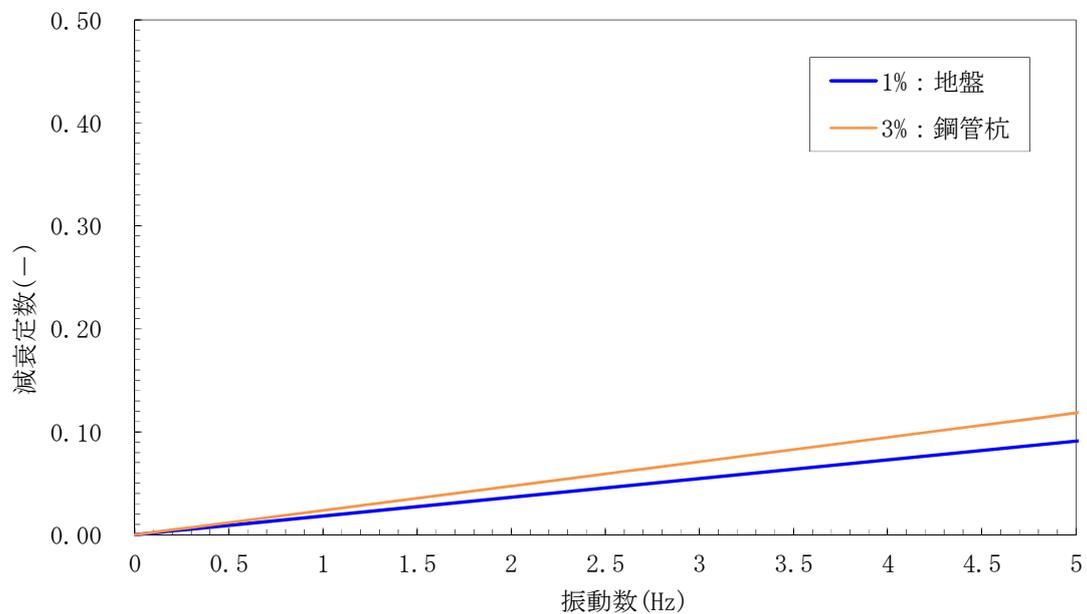


図 1-2 (14) 設定した Rayleigh 減衰
 (断面④ 検討ケース③ : 地盤物性のばらつきを考慮 (-1σ) した解析ケース)

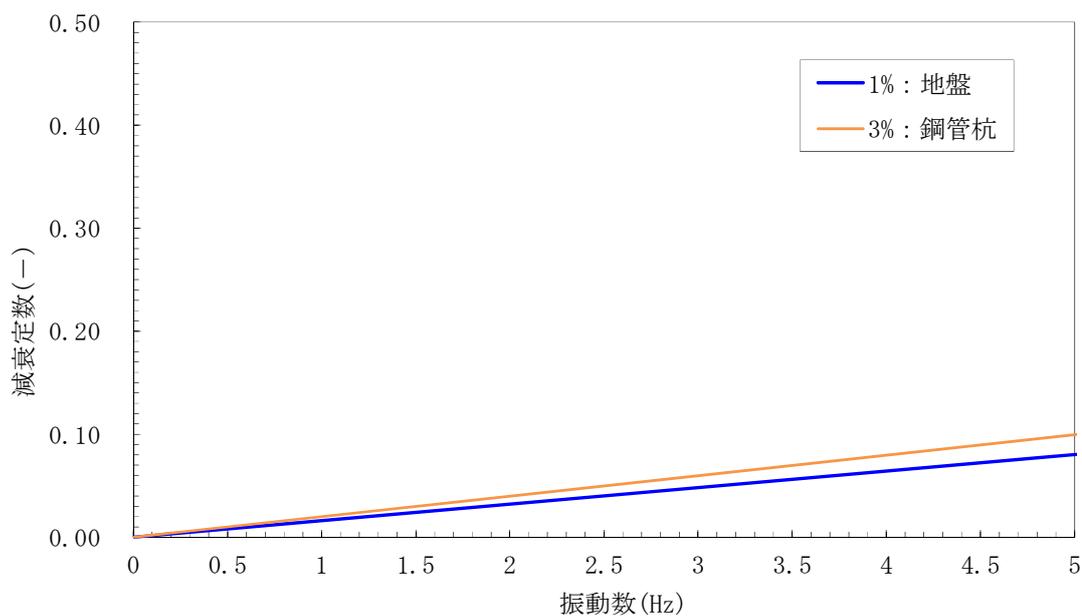


図 1-2 (15) 設定した Rayleigh 減衰

(断面⑤ 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)

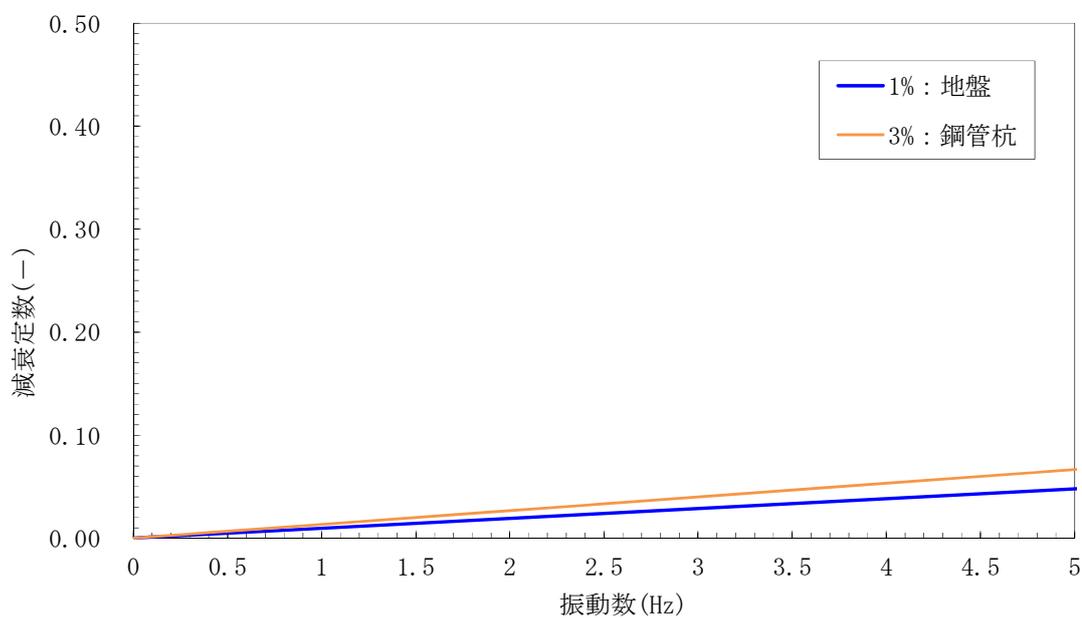


図 1-2 (16) 設定した Rayleigh 減衰

(断面① 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)

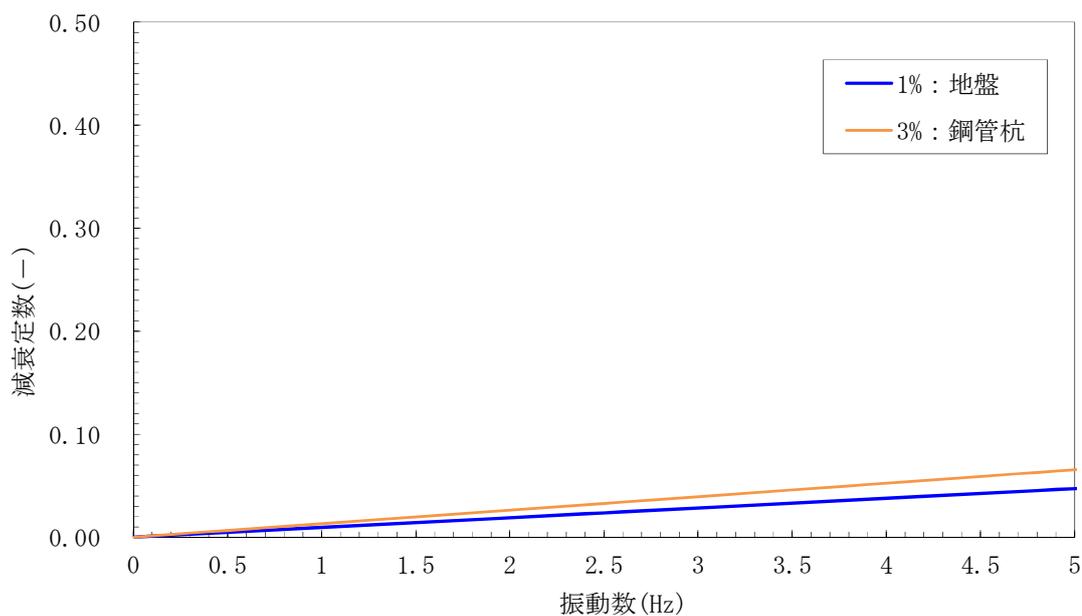


図 1-2 (17) 設定した Rayleigh 減衰

(断面②) 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)

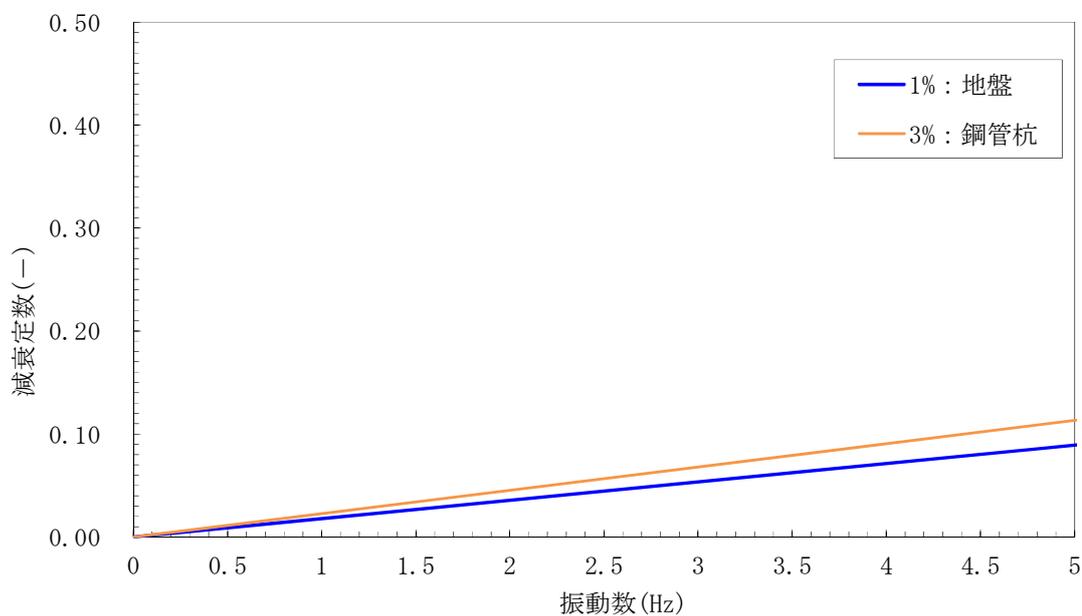


図 1-2 (18) 設定した Rayleigh 減衰

(断面③) 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)

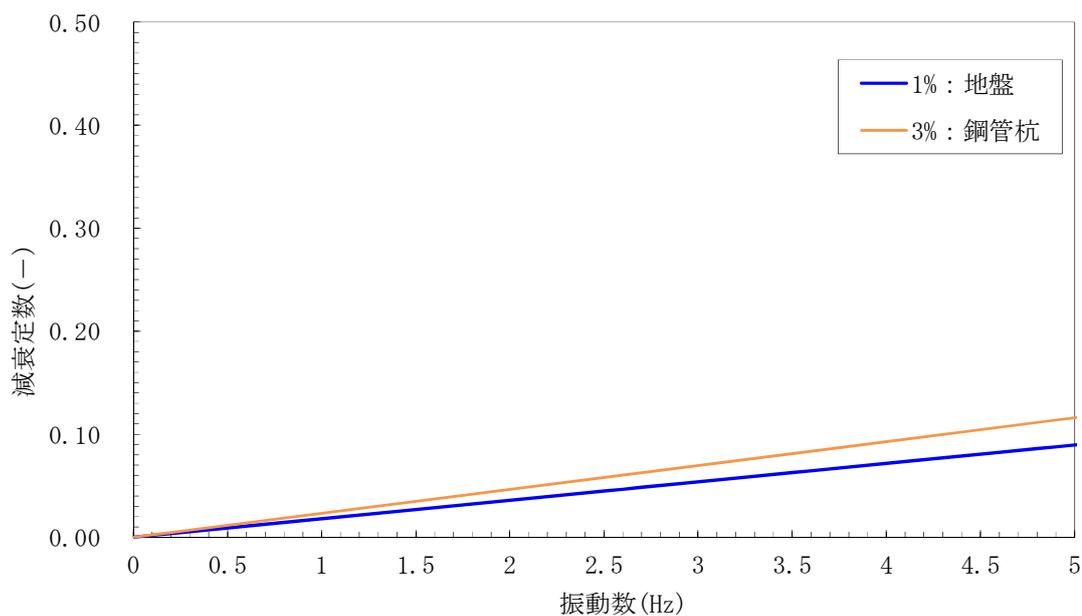


図 1-2 (19) 設定した Rayleigh 減衰

(断面④) 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)

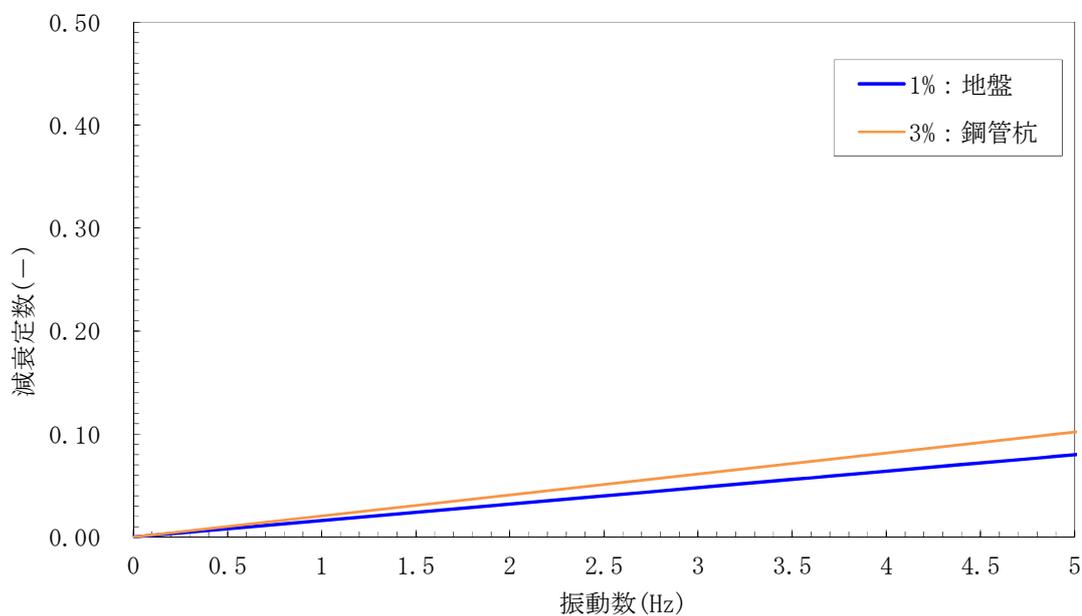


図 1-2 (20) 設定した Rayleigh 減衰

(断面⑤) 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2) 3次元FEM解析について

2.1 解析モデル及び諸元

3次元FEMモデルは、上部構造をソリッド要素、鋼管杭をシェル要素によりモデル化し、地盤抵抗を表現するための地盤バネを設定する。

・ソリッド要素

ソリッド要素 (Solid or brick element) は、その名の示すとおり、レンガの形をした3次元要素であり、節点において並進3自由度を有している。

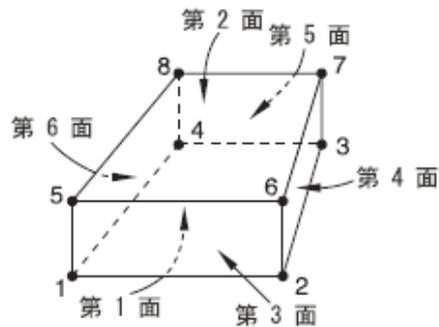


図 2.1-1 3次元ソリッド要素

・シェル要素

シェル要素は、梁と同様に構造要素であり、LNG タンクや圧力容器などの薄肉構造物の解析にも用いられる。梁要素と同様、ソリッド要素によるモデル化と比べると、総自由度数が大幅に軽減される。

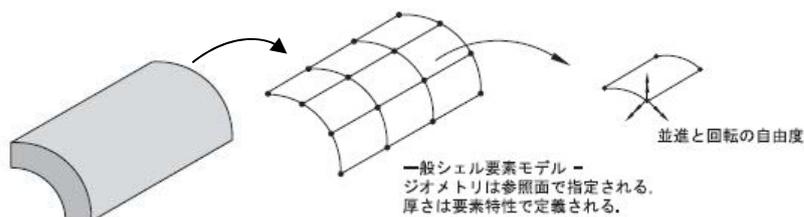


図 2.1-2 シェル要素

・地盤バネ

3次元FEMモデルにおける地盤バネの設定は「道路橋示方書・同解説 IV 下部構造編（平成14年3月）」を適用し、地盤反力上限値を考慮したバイリニア型とする。また、地盤高さの嵩上げ部上面から杭下端までの範囲で考慮し、設計上の地盤面は地盤高さの嵩上げ部上面とする。

地盤バネの設定方法は、2次元梁バネモデルと同様に、原地盤物性のばらつきを考慮した場合と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場合の2ケースで設定する。

(1) 原地盤物性のばらつきを考慮した場合

原地盤物性のばらつきを考慮した場合の水平地盤バネは以下の方法で設定する。表 2.1-1 に示したケースで1次元有効応力解析を実施し、地表面変位最大ケース（地盤バネ最小値）と地表面加速度最大ケース（地盤バネ最大値）の平均有効主応力とせん断ひずみにより求められる地盤剛性及び反力上限値を有する地盤バネを両端の杭に設定する。1次元有効応力解析に用いる地震波は、2次元有効応力解析検討ケースの①ケース（基本ケース）原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケースにおいて、基準地震動 S_0 全地震波による2次元有効応答解析によって求められる鋼管杭の曲げ軸力照査の照査値が最も大きくなる地震波を用いる。

中央3箇所の鋼管杭には両端の地盤バネを線形補間した地盤バネを設定する。

表 2.1-1 1次元有効応力解析検討ケース

検討ケース	①	②	③	⑤	⑥
	原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース(基本ケース)	地盤物性のばらつきを考慮(+1 σ)した解析ケース	地盤物性のばらつきを考慮(-1 σ)した解析ケース	原地盤において非液状化の条件を仮定した解析ケース	地盤物性のばらつきを考慮(+1 σ)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)	液状化パラメータを非適用	液状化パラメータを非適用

また、水平方向変位を地盤バネに与える。水平方向変位は、上記の2つの地盤物性を用いた1次元有効応力解析結果における地表面最大変位を、両端のバネにそれぞれ与え、中央3箇所のバネには両端バネの変位を線形で補間した値を与える。

地盤バネは「道路橋示方書・同解説 IV 下部構造編（平成14年3月）」に基づき、以下の式で算定する。

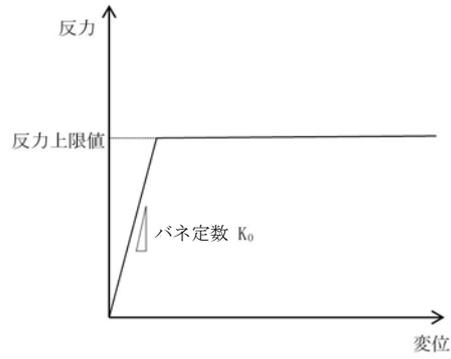


図 2.1-3 地盤バネのバイリニアモデル

a. 水平方向地盤バネのバネ定数

鋼管杭周辺の地盤バネは全周の半径方向の面分布バネとしてモデル化する。鋼管杭シールドは円周方向に 48 分割しているため、以下の式により計算する。

$$K_{h1} = k_h \times \pi / 48$$

ここで、 K_{h1} ：半径方向拘束バネのバネ定数 (kN/m)

k_h ：水平方向地盤バネのバネ定数 (kN/m)

また、鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁の堤内側の地盤バネは以下の式により計算する。

$$K_{h2} = k_h \times L \times H_w / (D \times H)$$

ここで、 K_{h2} ：防潮壁堤内側の地盤バネのバネ定数 (kN/m)

k_h ：水平方向地盤バネのバネ定数 (kN/m)

L ：分担幅 (m)

H_w ：分担高さ (m)

D ：杭径 (m)

H ：支配長さ (m)

バネ定数 k_h の算定方法を以下に示す。

$$k_h = \mu \eta_k \alpha_k k_H D H$$

ここで、

k_h ：水平方向地盤バネのバネ定数 (kN/m)

μ ：水平方向地盤反力係数の補正係数

「道路橋示方書・同解説 IV 下部構造編（平成 14 年 3 月）」に基づき、以下に示す水平方向地盤反力係数の補正係数 μ を考慮したバネ定数を設定する。

$$\mu = 1 - 0.2 \left(2.5 - \frac{L}{D} \right) [L < 2.5D]$$

ここで、

L ：杭中心間隔 (m)

D ：杭径 (m)

η_k ：群杭効果を考慮した補正係数

α_k : 単杭における補正係数

「道路橋示方書・同解説 IV 下部構造編（平成 14 年 3 月）」に基づき、以下に示す補正係数を考慮したバネ定数を設定する。

表 2.1-2 η_k, α_k の値

対象	η_k	α_k
粘性土地盤	2/3	1.5
砂質土地盤	2/3	1.5

k_H : 水平方向地盤反力係数 (kN/m³)

「道路橋示方書・同解説 IV 下部構造編（平成 14 年 3 月）」に基づき、水平方向地盤反力係数 k_H を算定する。

$$k_H = k_{H0} \left(\frac{B_H}{0.3} \right)^{-\frac{3}{4}}$$

ここで、

k_H : 水平方向地盤反力係数 (kN/m³)

k_{H0} : 直径 0.3m 剛体円板による水平載荷試験の値に相当する水平方向地盤反力係数 (kN/m³)

「道路橋示方書・同解説 IV 下部構造編（平成 14 年 3 月）」に基づき、水平方向地盤反力係数 k_{H0} を以下の式より算定する。

$$k_{H0} = \frac{1}{0.3} \alpha E_0$$

ここで、

α : 地盤反力係数の換算係数 ($\alpha = 1$)

E_0 : 地盤の変形係数

E_0 は 1 次元有効応力解析における地表面最大加速度発生時刻（地盤バネ最大値）及び地表面最大変位発生時刻（地盤バネ最小値）それぞれの時刻での平均有効主応力 σ'_m 及びせん断ひずみ γ の深度分布を用いて以下の式で求められる割線せん断剛性 G_s により設定する。

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

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

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

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 : せん断ひずみ

C : 粘着力 (kN/m²)

ϕ_{CD} : 内部摩擦角 (°)

B_H : 荷重作用方向に直交する基礎の換算載荷幅 (m)

「道路橋示方書・同解説 IV 下部構造編 (平成 14 年 3 月)」に基づき B_H を算定する。なお、杭基礎の特性値 β は初期値 1.0, 許容誤差 1.0E-5 を設定し、繰り返し計算により算定する。

$$B_H = \sqrt{D/\beta}$$

ここで、

D : 荷重作用方向に直交する基礎の載荷幅 = 杭径

β : 杭基礎の特性値 (m⁻¹)

$$\beta = \sqrt[4]{\frac{k_H D}{4EI}}$$

EI : 杭の曲げ剛性 (kN・m²)

「道路橋示方書・同解説 IV 下部構造編 (平成 14 年 3 月)」の記述に基づき、換算載荷幅 B_H は、設計上の地盤面から $1/\beta$ までの深さの平均的な αE_0 ($\alpha = 1$) を用いて算定する。

D : 杭径 (m)

H : 支配長さ (m)

b. 水平方向地盤バネの反力上限値 P_h

鋼管杭周辺地盤バネの反力上限値 P_{h1} は、鋼管杭シェルは円周方向に 48 分割しているため、以下の式により計算する。

$$P_{h1} = P_h \times \pi / 48$$

ここで、 P_{h1} : 鋼管杭周辺地盤バネの反力上限値 (kN/m)

P_h : 水平方向地盤バネの反力上限値 (kN/m)

また、鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁の堤内側の地盤バネの反力上限値 P_{h2} は、以下の式により計算する。

$$P_{h2} = P_h \times L \times H_w / (D \times H)$$

ここで、 P_{h2} : 防潮壁堤内側の地盤バネの反力上限値 (kN/m)

P_h : 水平方向地盤バネの反力上限値 (kN/m)

L : 分担幅 (m)

H_w : 分担高さ (m)

D : 杭径 (m)

H : 支配長さ (m)

反力上限値 P_h の算定方法を以下に示す。

$$P_h = P_{HU}DH$$

ここで、

P_{HU} : 受働土圧強度 (kN/m²)

D : 杭径 (m)

H : 支配長さ (m)

「道路橋示方書・同解説 IV 下部構造編 (平成 14 年 3 月)」に基づき、受働土圧強度 P_{HU} を算定する。

$$P_{HU} = \eta_p \alpha_p p_U$$

ここで

η_p : 群杭効果を考慮した水平方向反力の上限値の補正係数

α_p : 単杭における水平地盤反力度の上限値の補正係数

p_U : 地震時受働土圧強度 (kN/m²)

$\eta_p \alpha_p$ は以下の値とする。

表 2.1-3 補正係数 $\eta_p \alpha_p$

対象	η_p	α_p	$\eta_p \alpha_p$
粘性土地盤 ($N > 2$)	1.0	1.5	1.5
粘性土地盤 ($N \leq 2$)	1.0	1.0	1.0
砂質土地盤	—	3.0	$L/D (\leq \alpha_p)$

※ 道路橋示方書・同解説 IV 下部構造編 (平成 14 年 3 月)

※ 表中の L は杭の中心間隔 (m), D は杭径 (m)

地震時受働土圧強度 p_U は、1次元有効応力解析における地表面最大加速度発生時刻 (地盤バネ最大値) 及び地表面最大変位発生時刻 (地盤バネ最小値) それぞれの時刻での平均有効主応力 σ'_m の深度分布を用いて、以下の式により算出する。

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

ここで、

C : 粘着力 (kN/m²)

ϕ_{CD} : 内部摩擦角 (CD 条件)

σ'_m : 平均有効主応力 (kN/m²)

- (2) 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場合

水平地盤バネは以下の方法で設定する。

平均剛性地盤で実施した有効応答解析による鋼管杭の曲げ軸力照査で安全率が最も小さい地震波を用いて、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において1次元有効応力解析を実施し、各地盤深度の平均有効主応力とせん断ひずみにより求めた割線剛性を用いて地盤バネを算出し、地盤バネを算定する。

また、水平方向変位を地盤バネに与える。水平方向変位は、1次元有効応力解析結果における変位分布を与える。

バネ定数及び反力上限値は、原地盤物性のばらつきを考慮した場合と同様に「道路橋示方書・同解説 IV 下部構造編（平成14年3月）」に基づいて算出する。

3次元FEMモデルの概要図を図2.1-4に示す。

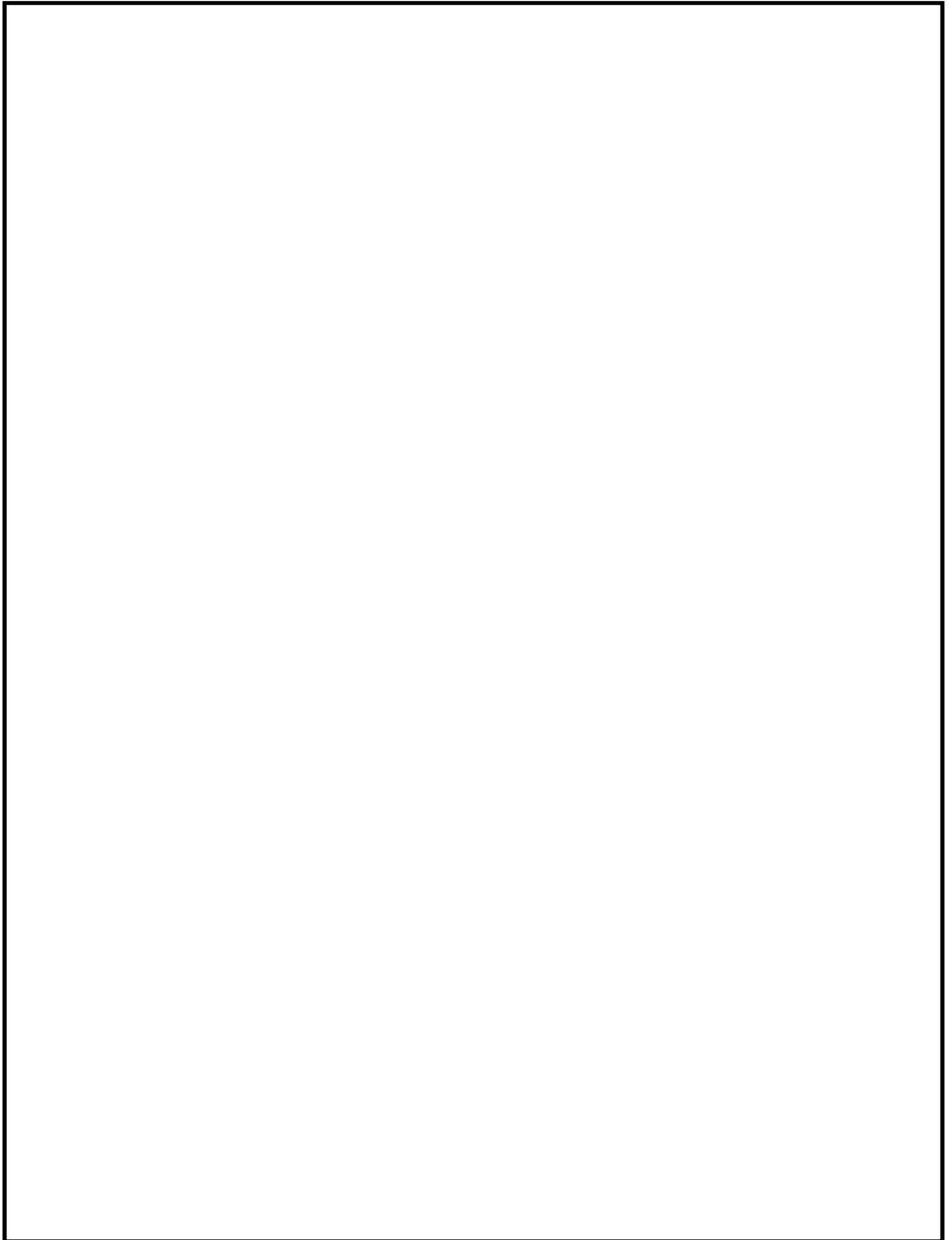


図 2.1-4 3次元FEM解析モデル

2.2 鉄筋コンクリートの評価結果

3次元梁バネモデルによる鉄筋コンクリートの照査は以下のケースにおいて実施した。

(a) 原地盤物性のばらつきを考慮した場合

設定した両端の杭の水平方向地盤反力係数及び反力上限値を図 2.2-1 及び図 2.2-2 に、それぞれを比較したものを図 2.2-3 に示す。また、両端の杭に与える水平変位を図 2.2-4 に、比較したものを図 2.2-5 に示す。

(b) 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場合

設定した杭の水平方向地盤反力係数及び反力上限値を図 2.2-6 に、杭に与える水平変位を図 2.2-7 に示す。

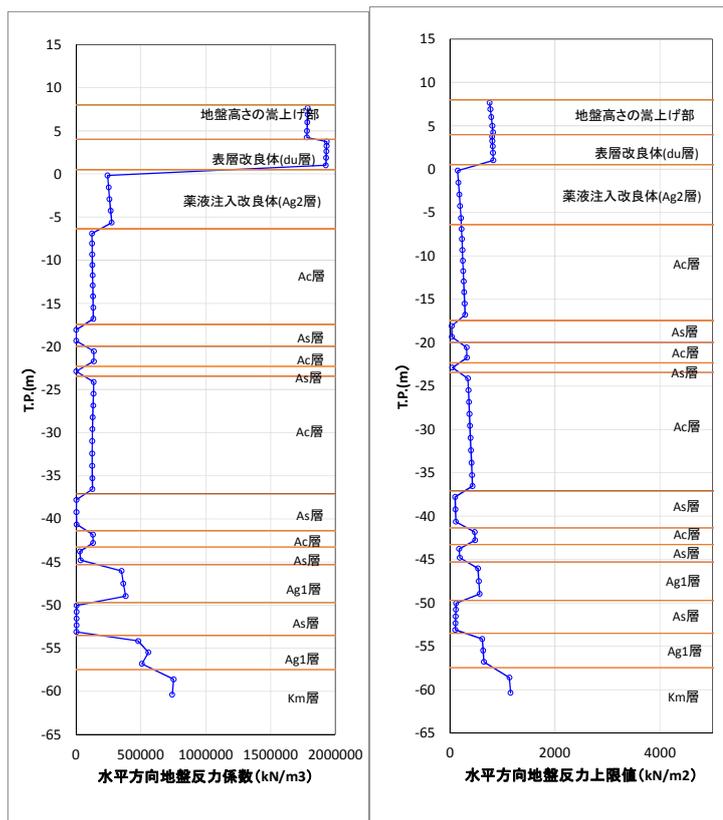


図 2.2-1 水平方向地盤反力係数及び反力上限値：杭 1 (a)

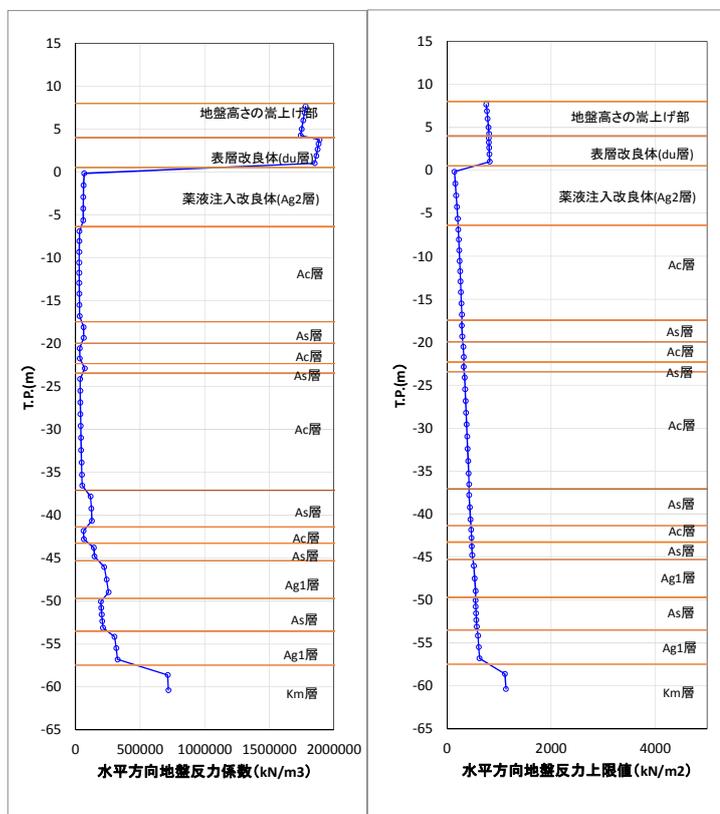


図 2.2-2 水平方向地盤反力係数及び反力上限値：杭 5 (a)

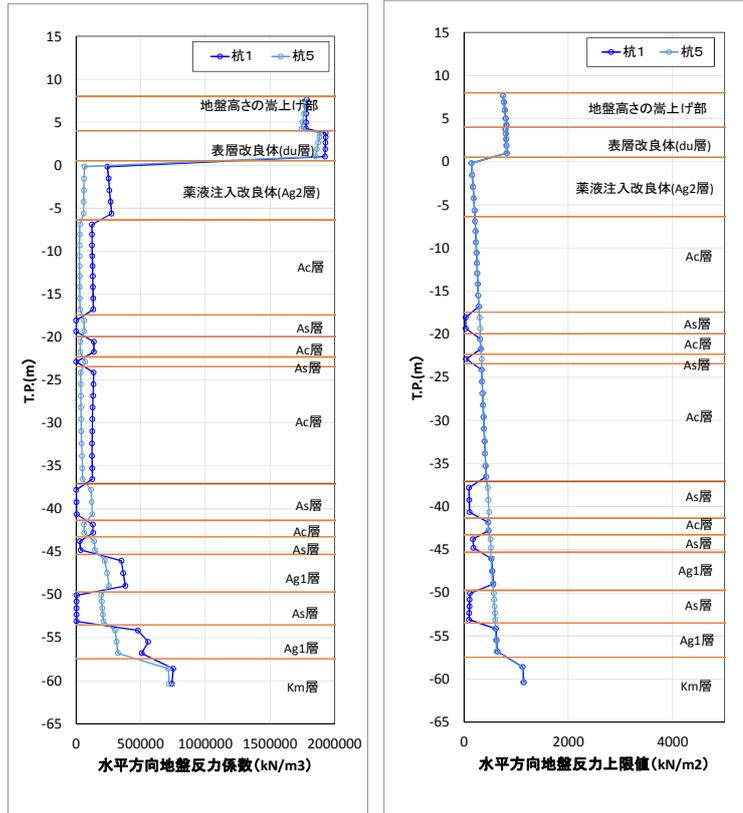


図 2.2-3 水平方向地盤反力係数及び反力上限値の比較 (a)

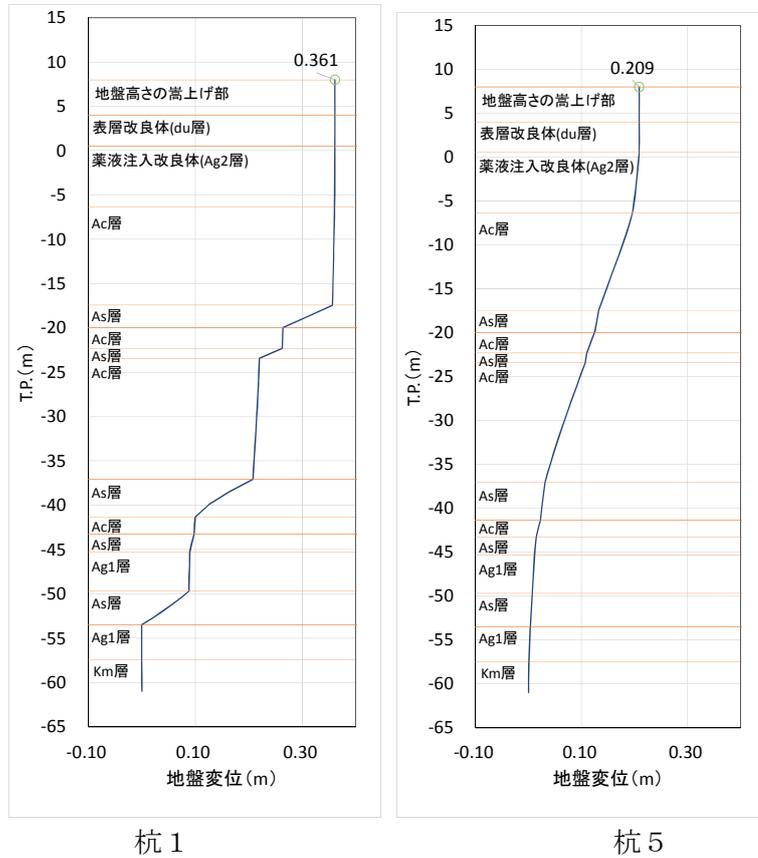


図 2.2-4 水平変位 (a)

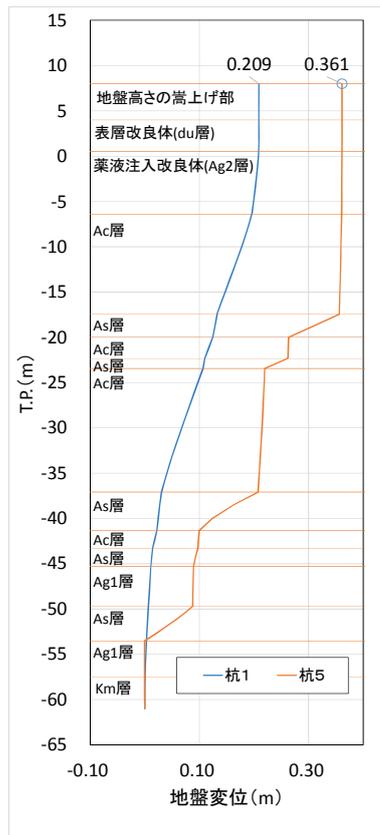


図 2.2-5 水平変位の比較 (a)

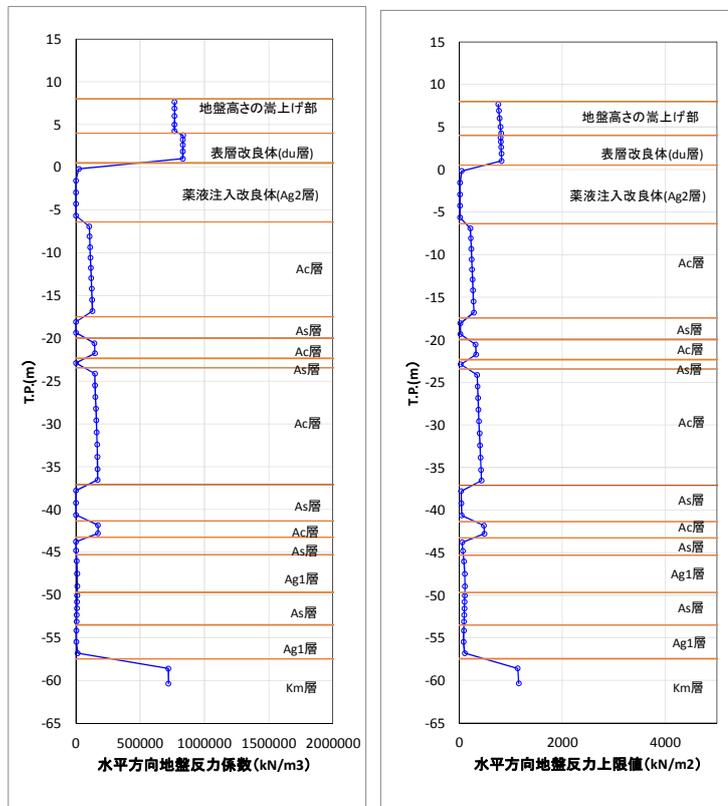


図 2.2-6 水平方向地盤反力係数及び反力上限値 (b)

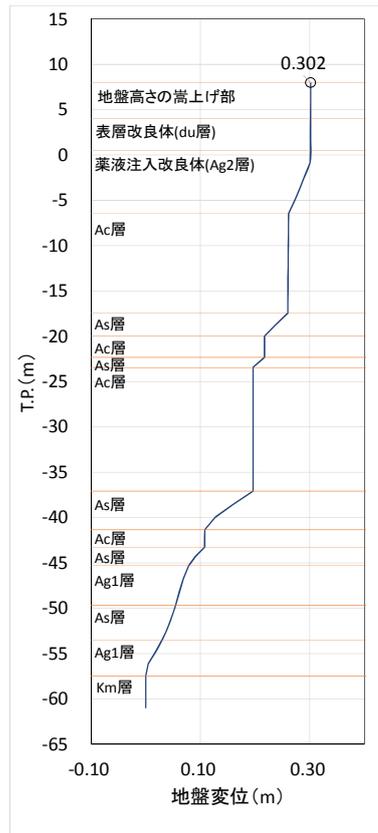


図 2.2-7 水平変位の比較 (b)

水平震度を表 2.2-1 に示す。

表 2.2-1 水平震度 (S_s-D1 H+, V+)

	(a)	(b)
断面③	0.24	0.12

(1) 曲げ軸力に対する照査

3次元FEM解析モデル断面位置図を図2.2-8に、鉄筋コンクリート断面諸元を表2.2-2に示す。



図 2.2-8 3次元FEM解析モデル断面位置図

表 2.2-2 鉄筋コンクリート断面諸元(断面③・3次元FEM解析モデル)

断面	かぶり (m)	断面有効高さ (m)	主筋	主筋断面積 (cm ²)	
断面 A1	0.15	0.55	6.667-D35	63.777	
断面 A2	0.15	0.55	6.667-D35	63.777	
断面 A3	0.15	0.55	6.667-D35	63.777	
断面 B1	堤外側	0.35	3.15	13.333-D35	127.543
	堤内側	0.15	3.35	6.667-D35	63.777
断面 B2	堤外側	0.35	3.15	13.333-D35	127.543
	堤内側	0.15	3.35	6.667-D35	63.777
断面 C2	0.15	0.15	6.667-D35	63.777	
断面 D	0.08	0.06	6.667-D35	63.777	

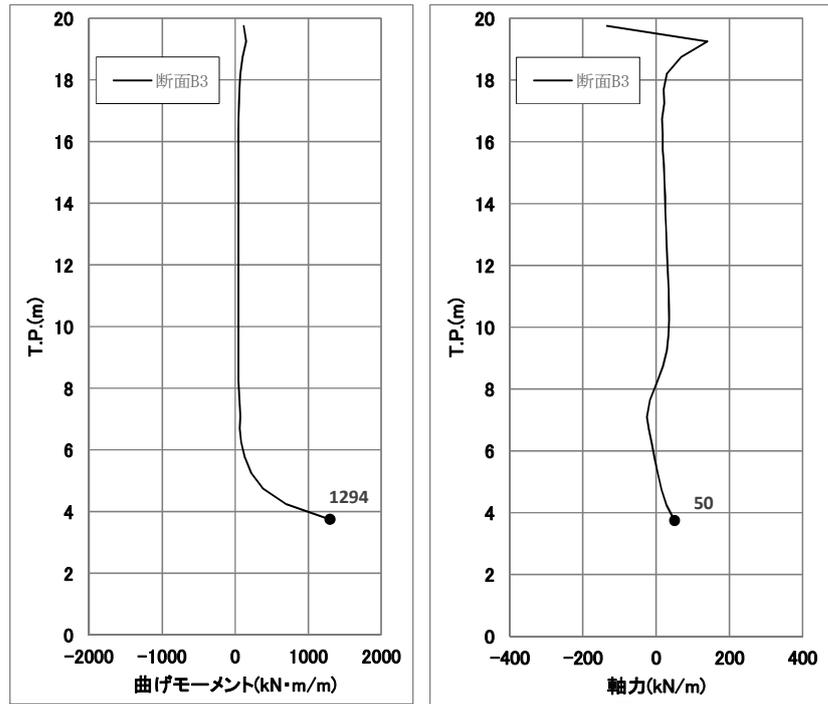


図 2.2-9 断面力図（断面③：3次元FEM解析モデル 解析ケース（a））

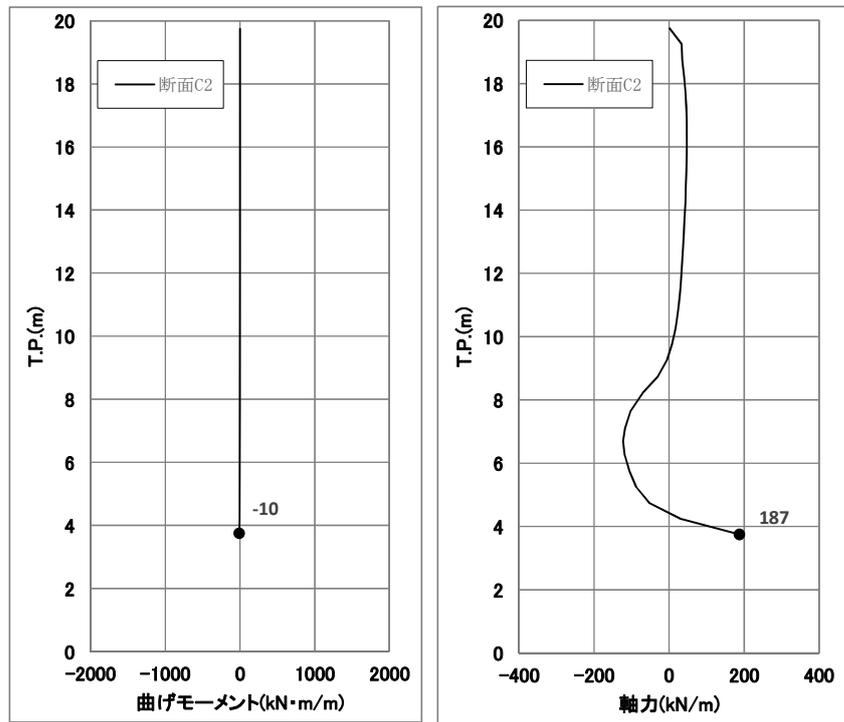


図 2.2-10 断面力図（断面③：3次元FEM解析モデル 解析ケース（b））

表 2.2-3 曲げ軸力に対する照査（断面③：3次元FEM解析モデル）

解析 ケース	地震動	曲げ モーメント (kN・m)	軸力 (kN)	曲げ 圧縮応力 (N/mm ²)	曲げ 引張応力 (N/mm ²)	短期許容応力度 (N/mm ²)		曲げ 圧縮 応力 照査値	曲げ 引張 応力 照査値
						曲げ 圧縮	曲げ 引張		
(a)	Ss-D1++	1294	50	1.0	69.0	21	435	0.05	0.16
(b)	Ss-D1++	-10	187	2.2	41.1	21	435	0.11	0.10

2次元梁バネモデルとの比較として、断面A2における断面力図を図2.2-11及び図2.2-12に、最も照査値が大きくなった位置での照査結果を表2.2-4に示す。

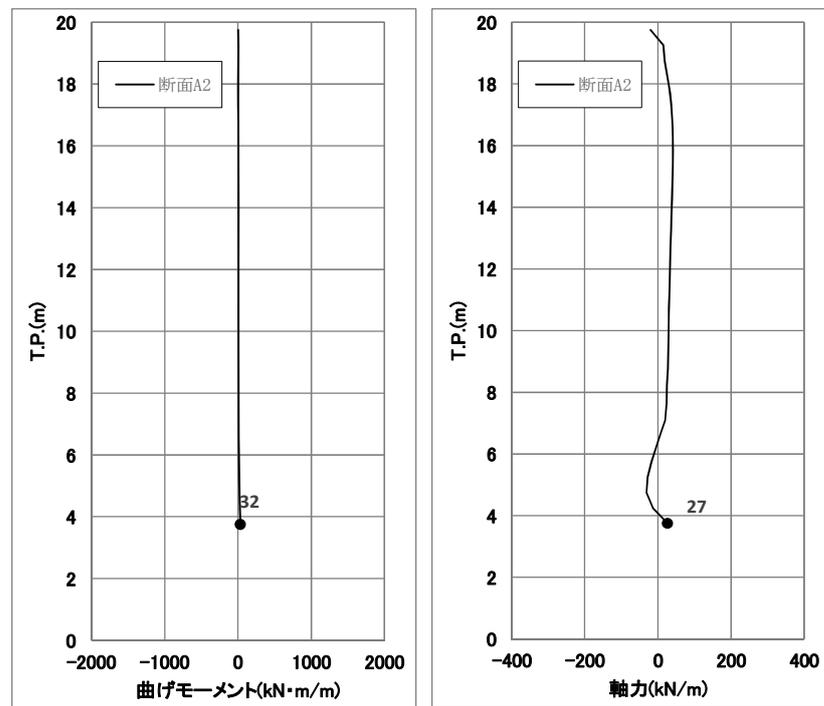


図 2.2-11 断面力図（断面③：3次元FEM解析モデル 解析ケース (a))

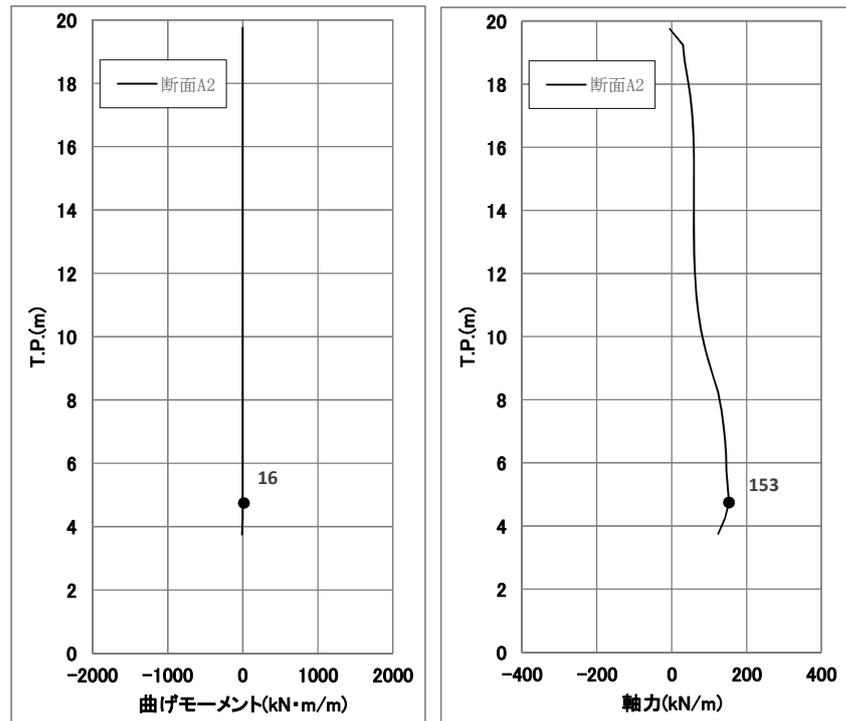


図 2.2-12 断面力図（断面③：3次元FEM解析モデル 解析ケース (b)）

表 2.2-3 曲げ軸力に対する照査（断面③：3次元FEM解析モデル）

解析 ケース	地震動	曲げ モーメント (kN・m)	軸力 (kN)	曲げ 圧縮応力 (N/mm ²)	曲げ 引張応力 (N/mm ²)	短期許容応力度 (N/mm ²)		曲げ 圧縮 応力 照査値	曲げ 引張 応力 照査値
						曲げ 圧縮	曲げ 引張		
(a)	Ss-D1++	32	27	0.4	12.4	21	435	0.02	0.03
(b)	Ss-D1++	16	153	(全引張)	18.6	21	435	—	0.05

2次元梁バネモデルの結果と3次元FEM解析モデルの結果である表2.2-3を比較すると、(b)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場合において、2次元梁バネモデルの曲げ引張応力の照査値0.01に対して3次元FEM解析の照査値の方が僅かながら大きくなっている。しかし、鉄筋コンクリート梁壁断面の決定ケースであるのは「6.4.1.2 鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁の強度計算書に関する補足説明」に示す津波時であり、津波時においては2次元梁バネモデルの照査値の方が3次元FEM解析の照査値よりも大きくなっているため、2次元梁バネモデルの方が保守的であるといえる。

(2) せん断力に対する照査

せん断力に対する鉄筋コンクリート断面諸元を表 2.2-4 に、せん断力の照査結果を表 2.2-5 に示す。

表 2.2-4 鉄筋コンクリート断面諸元(断面③・3次元 FEM解析モデル)

断面	断面有効 高さ (m)	斜め 引張鉄筋	区間 s (m)	区間 s における 斜め引張鉄筋断面積 (cm ²)
断面 A1	0.55	3.333-D22	0.2	12.902
断面 A2	0.55	3.333-D22	0.2	12.902
断面 A3	0.55	3.333-D22	0.2	12.902
断面 B1	3.15	6.667-D35	0.14	63.777
断面 B3	3.15	6.667-D22	0.15	25.808
断面 C2	0.15	13.333-D16	0.4	26.479
断面 D	0.06	13.333-D16	0.06	8.182*

* : 斜め引張鉄筋の部材軸方向に対する角度 18° を考慮して、13.333-D16×sin18°
(=26.479×0.309=8.182cm²)

斜め引張鉄筋を考慮した許容せん断力を以下に計算する。

$$V_a = V_c + V_s$$

$$V_c = \frac{1}{2} \tau_{al} b_w j d$$

$$V_s = \frac{A_w \cdot \sigma_{sa} \cdot j \cdot d}{s}$$

ここで

V_a : 許容せん断力

V_c : コンクリートの許容せん断力

V_s : 斜め引張鉄筋の許容せん断力

τ_{al} : 斜め引張鉄筋を考慮しない場合の許容せん断応力度

b_w : 断面幅

j : 1/1.15

d : 有効高さ

A_w : 斜め引張鉄筋断面積

σ_{sa} : 鉄筋の許容引張応力度

s : 斜め引張鉄筋間隔

断面 D : $V_c = 1/2 \times 0.825/1.15 \times 0.06 \times 1.0 \times 1000 = 21.52$

$$V_s = 818.2 \times 300 / 1.15 \times 0.06 / 0.06 / 1000 = 213.44$$

$$V_a = 21.52 + 213.44 = 234.96$$

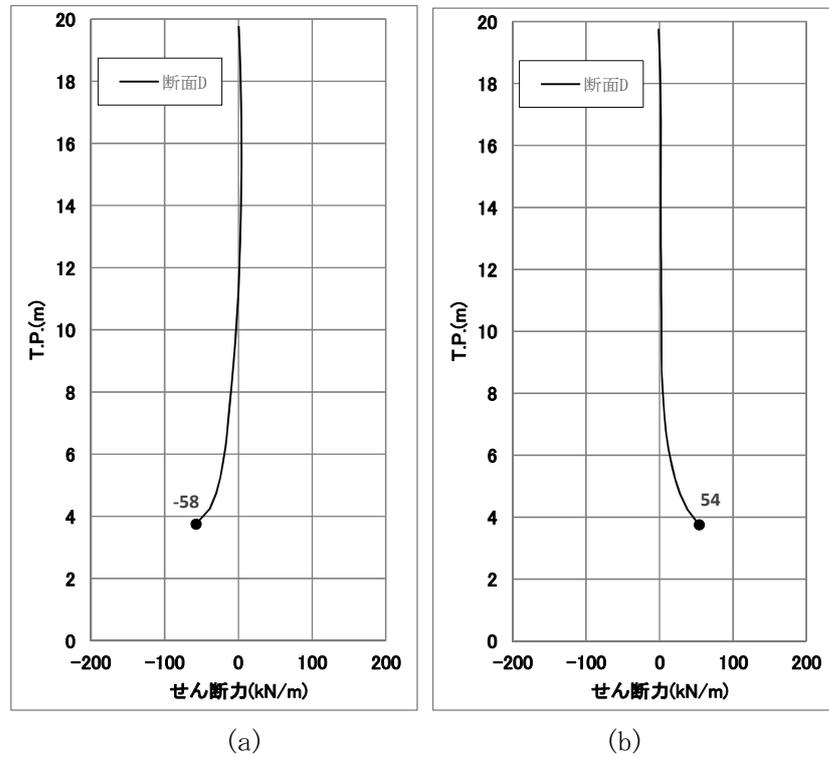


図 2.2-13 断面力図 (断面③：3次元FEM解析モデル)

表 2.2-5 せん断力に対する照査 (断面③：3次元FEM解析モデル)

解析 ケース	地震動	せん断力 (kN)	許容せん断力 (kN)	照査値
(a)	S _s -D 1++	58	234	0.25
(b)	S _s -D 1++	54	234	0.24

2次元梁バネモデルとの比較として、断面 A2 における断面力図を図 2.2-14 に、最も照査値が大きくなった位置での照査結果を表 2.2-6 に示す。

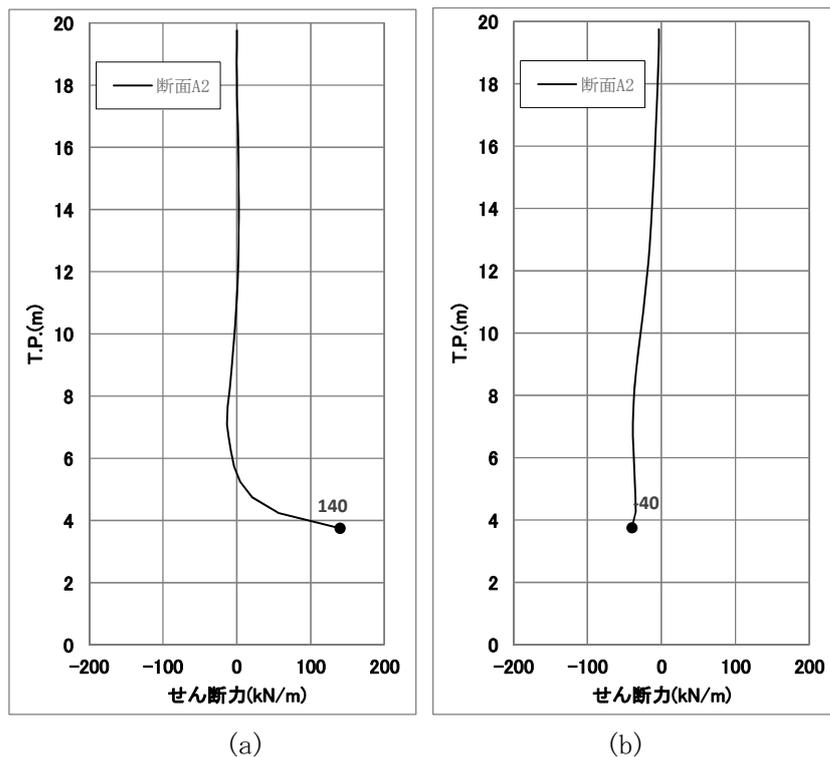


図 2.2-14 断面力図 (断面③：3次元FEM解析モデル)

表 2.2-6 せん断力に対する照査 (断面③：3次元FEM解析モデル)

解析 ケース	地震動	せん断力 (kN)	許容せん断力 (kN)	照査値
(a)	S _s -D 1 ++	140	1122	0.13
(b)	S _s -D 1 ++	40	1122	0.04

2次元梁バネモデルの結果と3次元FEM解析モデルの結果である表 2.2-6 を比較すると、(a)原地盤物性のばらつきを考慮した場合には2次元梁バネモデルの照査値 0.04 に対して、(b) 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場合においては2次元梁バネモデルの照査値 0.01 に対して、3次元FEM解析の照査値の方が僅かながら大きくなっている。しかし、鉄筋コンクリート梁壁断面の決定ケースであるのは「6.4.1.2 鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁の強度計算書に関する補足説明」に示す津波時であり、津波時においては2次元梁バネモデルの照査値の方が3次元FEM解析の照査値よりも大きくなっているため、2次元梁バネモデルの方が保守的であるといえる。