

本資料のうち、枠囲みの内容は、営業秘密又は防護上の観点から公開できません。

TK-1-1435 改0
日本原子力発電㈱
平成30年7月6日

格納容器圧力逃がし装置用配管カルバートの浮き上がりに係る評価結果について

1. 評価方針

地盤中の構造物の浮き上がりに係る評価は、「共同溝設計指針（日本道路協会，昭和61年3月）」に準拠し，以下の式により算定した安全率が所要安全率1.1以上であることを確認する。ここで，「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ケース」の有効応力解析結果において，上載土のせん断抵抗面及び構造物側面の過剰間隙水圧比が0.95以上となる要素は，以下の式における上載土のせん断抵抗面における各要素のせん断抵抗 $Q_{S i}$ 及び構造物側面における各要素の摩擦抵抗 $Q_{B i}$ を考慮しない。また，「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ケース」の有効応力解析結果において，構造物底版側面の過剰間隙水圧比が0.95以上である場合は，次式における U_D を考慮する。

なお，共同溝設計指針の適用及び有効応力解析における地下水位の設定は，地表面とする。

$$F_S = (W_S + W_B + Q_S + Q_B) / (U_S + U_D)$$

ここに，

F_S ：安全率（所要安全率：1.1）

W_S ：上載土の荷重（水の重量含む）（kN/m）

W_B ：構造物の自重（kN/m）

Q_S ：上載土のせん断抵抗（kN/m）

Q_B ：構造物側面の摩擦抵抗（kN/m）

U_S ：構造物底面に作用する静水圧による揚圧力（kN/m）

U_D ：構造物底面に作用する過剰間隙水圧による揚圧力（kN/m）

上載土のせん断抵抗及び構造物側面の摩擦抵抗は，次式を用いて算出する。

$$Q_S = \sum Q_{S i}$$

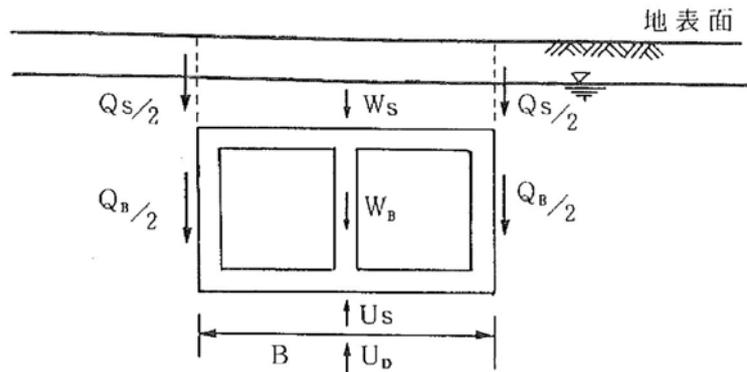
$$Q_B = \sum Q_{B i}$$

ここに，

$Q_{S i}$ ：上載土のせん断抵抗面における各要素のせん断抵抗（kN/m）

$Q_{B i}$ ：構造物側面における各要素の摩擦抵抗（kN/m）

i ：安全率を算定する上載土のせん断抵抗面及び構造物側面の各FEM要素



「共同溝設計指針（日本道路協会，昭和61年3月）より」

図-1 地盤中の構造物に作用する力

2. 評価断面

図-2 及び図-3 に格納容器圧力逃がし装置用配管カルバートの断面位置図及び断面図を，図-4 に解析モデル図を示す。

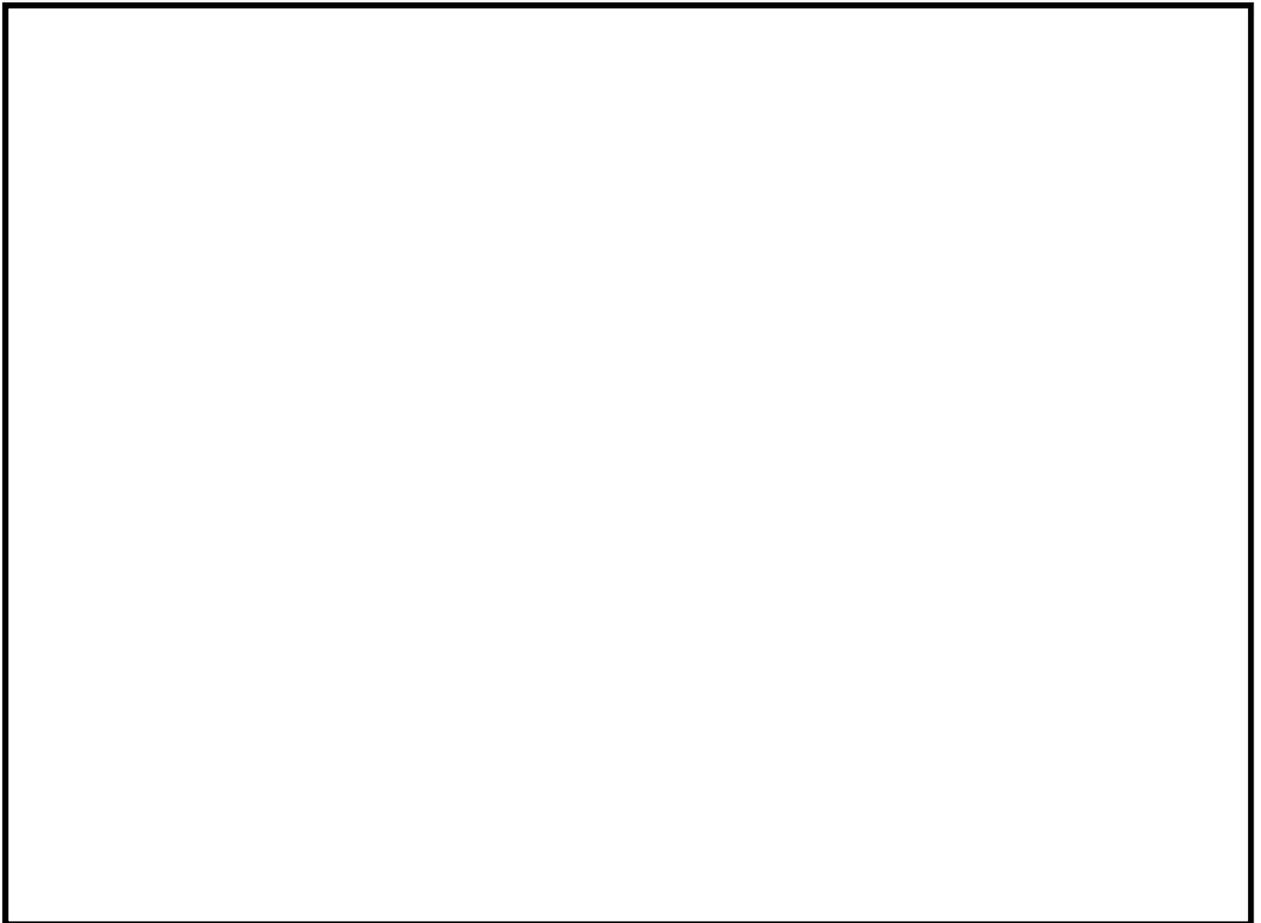


図-2 格納容器圧力逃がし装置用配管カルバートの断面位置図

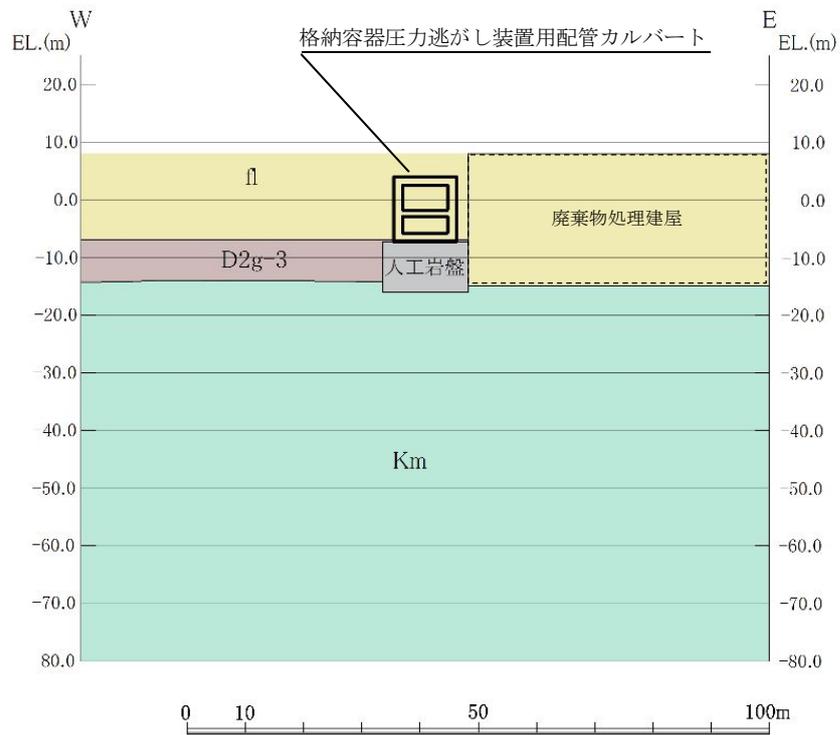


図-3 格納容器圧力逃がし装置用配管カルバートの断面図 (A-A断面)

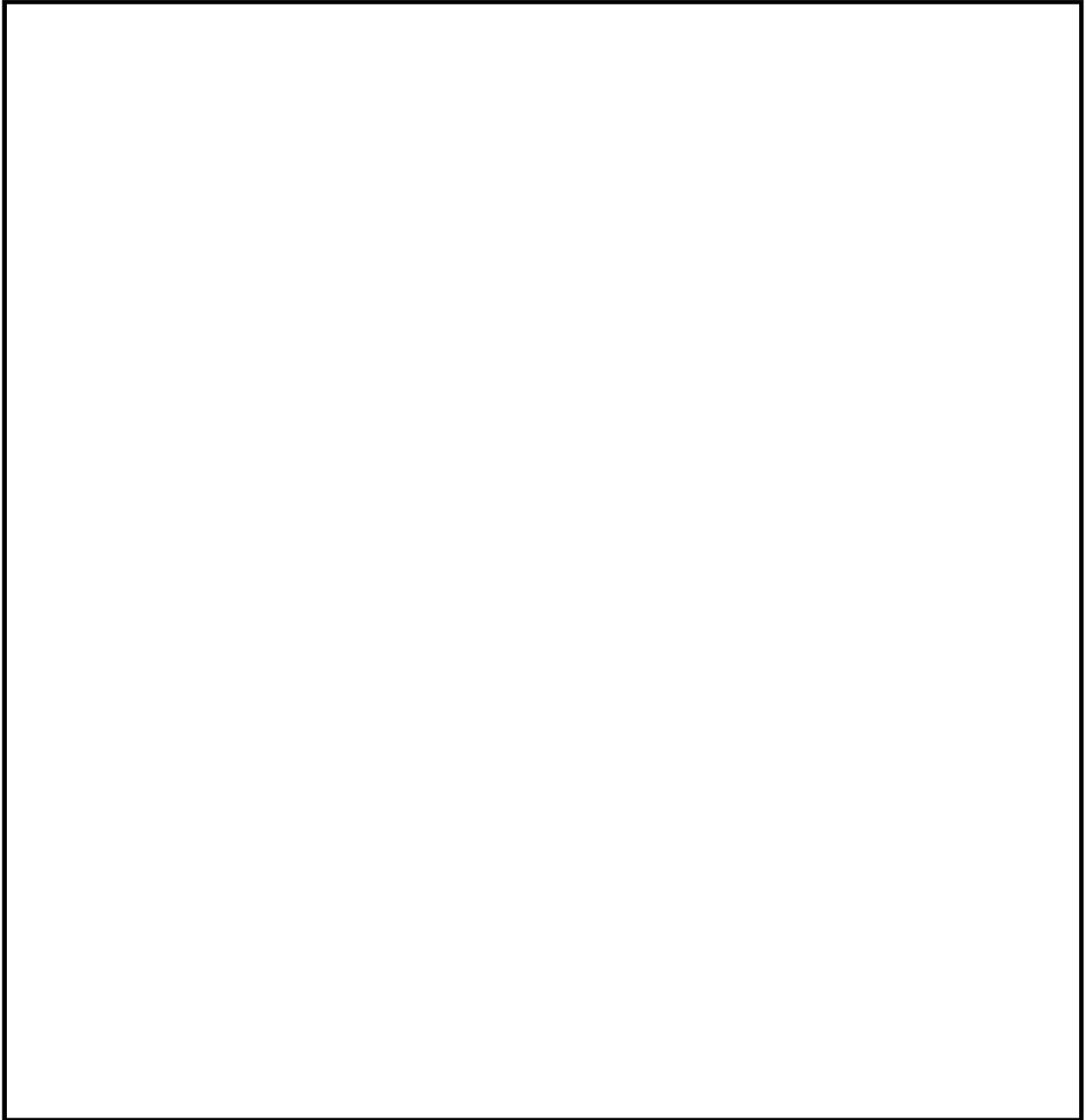


図-4 格納容器圧力逃がし装置用配管カルバートの
解析モデル (A-A断面)

3. 評価結果

検討ケースは、「検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース」において最も過剰間隙水圧比が高くなる地震動を用いて「検討ケース④：敷地に存在しない豊浦砂の液状化強度特性により強制的に液状化させることを仮定した解析ケース」にて評価した。

「検討ケース④：敷地に存在しない豊浦砂の液状化強度特性により強制的に液状化させることを仮定した解析ケース」では、構造物底版側面の過剰間隙水圧比が 0.95 未満であることから、構造物底面に作用する過剰間隙水圧による揚圧力 U_D は考慮しない。

安全率の算定結果を表-1 に、A-A断面の過剰間隙水圧比分布を図-5 に示す。

表-1 安全率の算定結果

F_s	$\frac{W_s + W_B + W_p + Q_s + Q_B}{U_s + U_D} = \frac{834.2 + 1609.0 + 16.7 + 0.0 + 256.9}{1611.9 + 0.0}$	= 1.68 > 1.1
W_s	$\gamma_s \times H_s \times B$ $19.4\text{kN/m}^3 \times (\text{EL} + 8.0\text{m} - \text{EL} + 4.0\text{m}) \times 10.75\text{m}$	= 834.2kN/m
W_B	$\gamma_c \times (B \times H_B - B_1 \times (H_1 + H_2))$ $24.5\text{kN/m}^3 \times (10.75\text{m} \times 11.3\text{m} - 7.75\text{m} \times (4.3\text{m} + 2.9\text{m}))$	= 1609.0kN/m
W_p	$w_p^{*1} \times B_1 \times 2$ $1.079\text{kN/m}^2 \times 7.75\text{m} \times 2$	= 16.7kN/m
Q_s	$K_0 \times \sigma_v'^{*2} \times H_s \times \tan\phi_s^{*3}$ 上載土の過剰間隙水圧比が 0.95 以上であり、非液状化層は存在しない	= 0.0 kN/m
Q_B	$K_0 \times (\sigma_v'^{*4} \times H_{B左} + \sigma_v'^{*5} \times H_{B右}) \times \tan\phi_B^{*6}$ $0.5 \times (125.8\text{kN/m}^2 \times 4.40\text{m} + 125.8\text{kN/m}^2 \times 4.40\text{m}) \times \tan 24.9^\circ$	= 256.9kN/m
U_s	$\gamma_w \times (H_s + H_B) \times B$ $9.8\text{kN/m}^3 \times (\text{EL} + 8.0\text{m} - (\text{EL} - 7.3\text{m})) \times 10.75\text{m}$	= 1611.9kN/m

*1 w_p : 機器配管重量 $110\text{kg/m}^2 \times 9.80665 \div 1000 = 1.079\text{kN/m}^2$

*2 σ_v' : 上載土層中間深度での有効上載圧 (kN/m²)

*3 ϕ_s : 上載土の内部摩擦角 (°)

*4 σ_v' : 構造物左側面の非液状化層の中間深度での有効上載圧 (kN/m²)

$$\sigma_v' = (19.4\text{kN/m}^3 - 9.8\text{kN/m}^3) \times (\text{EL} + 8.0\text{m} - (\text{EL} - 2.90\text{m} + (\text{EL} - 7.30\text{m})) \div 2) = 125.8\text{kN/m}^2$$

*5 σ_v' : 構造物右側面の非液状化層の中間深度での有効上載圧 (kN/m²)

$$\sigma_v' = (19.4\text{kN/m}^3 - 9.8\text{kN/m}^3) \times (\text{EL} + 8.0\text{m} - (\text{EL} - 2.90\text{m} + (\text{EL} - 7.30\text{m})) \div 2) = 125.8\text{kN/m}^2$$

*6 ϕ_B : 構造物側面の壁面摩擦角の 2/3 (°)

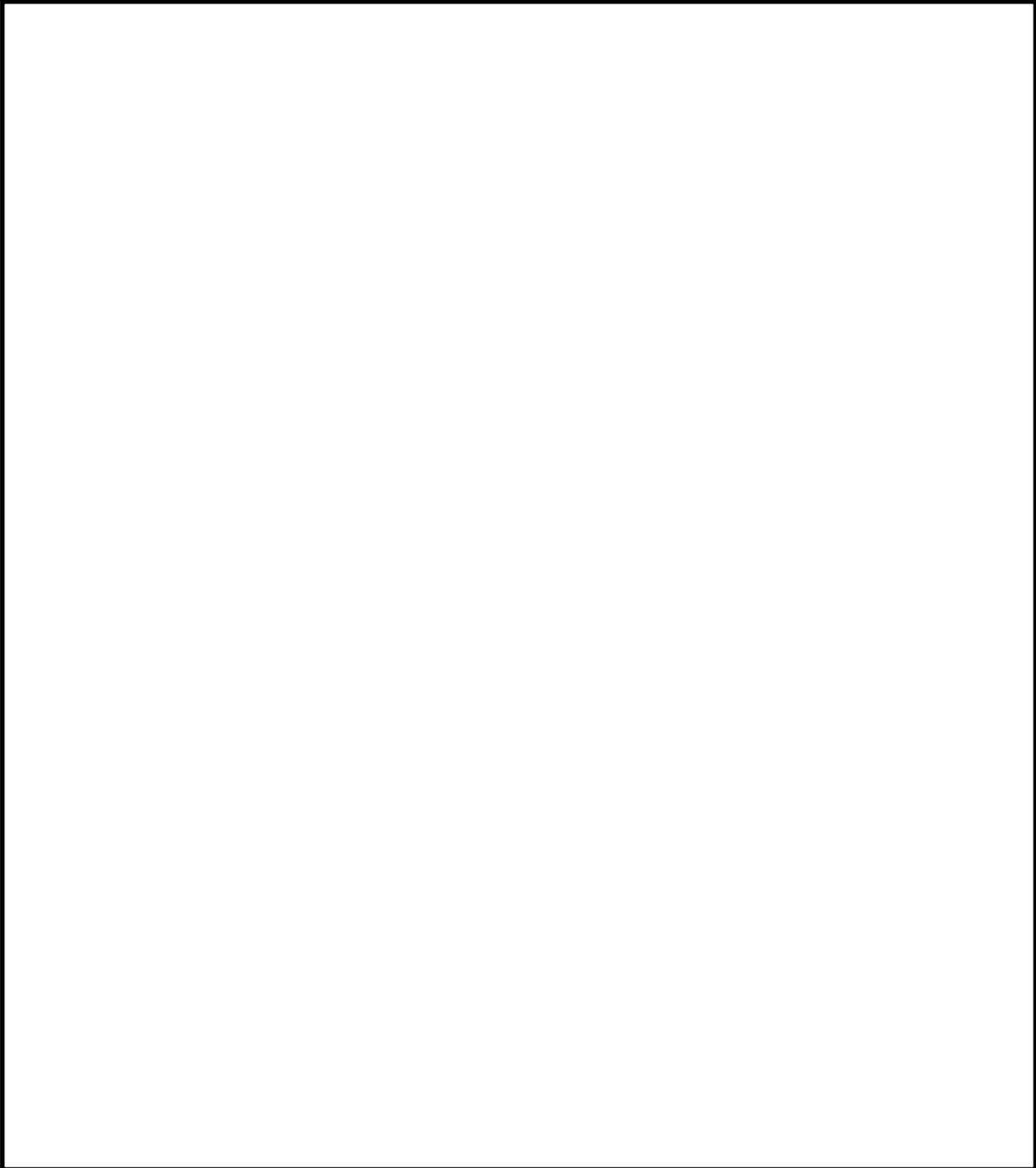


図-5 A-A断面の過剰間隙水圧比分布 (S_s-D1 (H-, V-))
(ケース④: 敷地に存在しない豊浦砂の液状化強度特性により強制的に液状化させることを仮定した解析ケース)

上記の結果より,安全率 F_s は 1.68 であり,所要安全率 1.1 以上であることを確認した。