

令和2年11月20日  
国立研究開発法人日本原子力研究開発機構  
原子力科学研究所バックエンド技術部

原科研廃棄物処理場設工認（その7）補正に対するコメント（R2.11.17）回答

コメント No.1（添付資料3－1（保管廃棄施設の津波防護施設に関する説明書））

- ① コンクリート、②鉄筋、③鋼材の許容応力度の根拠（安全上適切と考えられる規格及び基準）を説明すること。

<回答>

土木構造物の設計として、道路橋示方書に基づき設定しております。

コメント No.2（添付資料3－1（保管廃棄施設の津波防護施設に関する説明書））

安定性照査の滑動における地震時の水平力と受働土圧の関係を、数値で説明して下さい。また、受働土圧の許容値は、地盤改良体と現地盤のどちらから決まってくるかを説明すること。

<回答>

津波時の滑動力 6.00kN（=波圧 1.31kN+漂流物衝突荷重 0.18kN+主働土圧 4.51kN）に対して受働土圧 29.00kN、地震時の滑動力 14.81kN（=慣性力 9.88kN+主働土圧 4.93kN）に対して受働土圧 37.90kN となっております。

受働土圧の許容値については安全側に現地盤を考慮しております。

コメント No.4（添付資料3－1（保管廃棄施設の津波防護施設に関する説明書））

壁の断面照査において、津波時の設計せん断力及び設計せん断応力度が生じている設計せん断スパンは、どの範囲を想定されているか説明すること。

<回答>

鋼管位置を固定と想定した区間(3.8m)を設計せん断スパンとしています。

コメント No. 5 (添付資料 3 - 1 (保管廃棄施設の津波防護施設に関する説明書))

アンカーの許容せん断力(37.8kN)、許容引張力(23.1kN)の根拠を説明すること。

<回答>

「各種合成構造設計指針(日本建築学会)」に基づき、アンカーボルトの設計における引張力を受ける場合並びにせん断力を受ける場合を踏まえて設定しております。

(添付資料①参照)

コメント No. 6 (添付資料 3 - 1 (保管廃棄施設の津波防護施設に関する説明書))

各桁の分担荷重の算出過程について、説明して下さい。特に主桁①の算出過程において、w1 上部の三角形部分をどのように考えているかを説明すること。

<回答>

設計水深から想定される荷重分布に対して、ダム・堰施設技術基準(案)を踏まえて各桁に作用する荷重を算出しております。

なお、荷重分布における w 1 上部の三角形部分については桁に作用する荷重の算出においては考慮しておりません。

(添付資料②参照)

# 各種合成構造設計指針・ 同解説

**Design Recommendations for  
Composite Constructions**

4.2 頭付きアンカーボルトの設計

4.2.1 引張力を受ける場合

(1) 既存コンクリート躯体中に定着された頭付きアンカーボルト 1 本当たりの許容引張力  $p_a$  は、(1)式および(2)式で算定される値のうち小なる値とする。

ただし、短期許容引張力において、アンカーボルトの降伏を保証する設計が要求される場合には、(2)式による短期許容引張力が、アンカーボルトの上限強度により算出した(1)式による値を上回るようにする。なお、その場合においても短期許容引張力は規格降伏点強度により算出した(1)式による値とする。

$$p_{a1} = \phi_1 \cdot s\sigma_{pa} \cdot scA \tag{1}$$

$$p_{a2} = \phi_2 \cdot c\sigma_t \cdot A_c \tag{2}$$

記号  $p_a$  : 頭付きアンカーボルト 1 本当たりの許容引張力  
 $p_{a1}$  : 頭付きアンカーボルトの降伏により定まる場合のアンカーボルト 1 本当たりの許容引張力  
 $p_{a2}$  : 定着したコンクリート躯体のコーン状破壊により定まる場合の頭付きアンカーボルト 1 本当たりの許容引張力  
 $\phi_1, \phi_2$  : 低減係数であり、表 1 の値を用いる。

表 1 低減係数

	$\phi_1$	$\phi_2$
長期荷重用	2/3	1/3
短期荷重用	1.0	2/3

$s\sigma_{pa}$  : 頭付きアンカーボルトの引張強度で、 $s\sigma_{pa} = s\sigma_y$  とする。ただし、アンカーボルトの降伏を保証する設計が要求される場合の上限引張力を算定するときには、 $s\sigma_{pa} = \alpha_{yu} \cdot s\sigma_y$  とする。

$s\sigma_y$  : 頭付きアンカーボルトの規格降伏点強度

$\alpha_{yu}$  : 頭付きアンカーボルトの材料強度のばらつきを考慮した規格降伏点強度に対する割増係数であり、1.25 以上を用いる。

$scA$  : 頭付きアンカーボルトの断面積で、軸部断面積とねじ部有効断面積の小なるほうの値とする。

$c\sigma_t$  : コーン状破壊に対するコンクリートの引張強度で、 $c\sigma_t = 0.31\sqrt{F_c}$  とする。ただし、軽量コンクリートを用いる場合は、この値の 90% とする。(N/mm<sup>2</sup>)

$F_c$  : コンクリートの設計基準強度 (N/mm<sup>2</sup>)

$A_c$  : コーン状破壊面の有効水平投影面積で、 $A_c = \pi \cdot l_{ce}(l_{ce} + D)$  とする [図 1 参照]。

ただし、複数本の頭付きアンカーボルトを近接して設ける場合の有効水平投影面積は、図 2 による。

$l_{ce}$  : 頭付きアンカーボルトの強度算定用埋込み長さで、 $l_{ce} = l_e$  とする。

$l_e$  : 頭付きアンカーボルトのコンクリート内への有効埋込み長さ

$d$  : 頭付きアンカーボルト軸部の直径

$D$  : 頭付きアンカーボルト頭部の直径

(2) 頭付きアンカーボルトの許容引張力時の頭部支圧応力度は、コンクリートの支圧強度  $f_n$  以下となるようにする。

$$\frac{p_a}{A_0} \leq f_n \tag{3}$$

記号  $A_0$  : 頭付きアンカーボルト頭部の支圧面積で、 $A_0 = \pi(D^2 - d^2)/4$  とする [図 1 参照]。

$f_n$  : コンクリートの支圧強度で、 $f_n = \sqrt{A_c/A_0} \cdot F_c$  とする。ただし、 $\sqrt{A_c/A_0}$  が 6 を超える場合は 6 とする。(N/mm<sup>2</sup>)

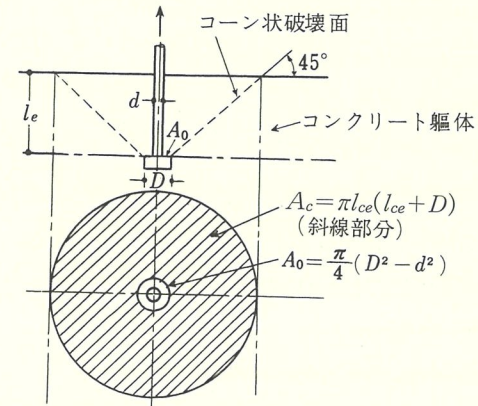


図 1 頭付きアンカーボルトの有効水平投影面積  $A_c$

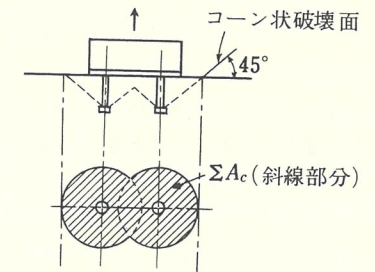


図 2 頭付きアンカーボルトが複数の場合の有効水平投影面積  $\sum A_c$

4.2.2 せん断力を受ける場合

(1) コンクリート躯体中に定着された頭付きアンカーボルト 1 本当たりの許容せん断力  $q_a$  は、(4)式、(5)式および(6)式で算定される値のうち、いずれか小なるほうの値とする。

$$q_{a1} = \phi_1 \cdot s\sigma_{qa} \cdot scA \tag{4}$$

$$q_{a2} = \phi_2 \cdot c\sigma_{qa} \cdot scA \tag{5}$$

$$q_{a3} = \phi_2 \cdot c\sigma_t \cdot A_{qc} \tag{6}$$

記号  $q_a$  : 頭付きアンカーボルト 1 本当たりの許容せん断力  
 $q_{a1}$  : 頭付きアンカーボルトのせん断強度により決まる場合のアンカーボルト 1 本当たりの許容せん断力  
 $q_{a2}$  : 定着したコンクリート躯体の支圧強度により決まる場合の頭付きアンカーボルト 1 本当たりの許容せん断力  
 $q_{a3}$  : 定着したコンクリート躯体のコーン状破壊により決まる場合の頭付きアンカーボルト 1 本当たりの許容せん断力

$\phi_1, \phi_2$  : 低減係数であり、表 1 の値を用いる。

$s\sigma_{qa}$  : 頭付きアンカーボルトのせん断強度で、 $s\sigma_{qa} = 0.7 \cdot s\sigma_y$  とする。

$s\sigma_y$  : 頭付きアンカーボルトの規格降伏点強度

$scA$  : 頭付きアンカーボルトの軸部断面積とねじ部有効断面積の小なるほうの値とする。

$c\sigma_{qa}$  : コンクリートの支圧強度で、 $c\sigma_{qa} = 0.5\sqrt{F_c \cdot E_c}$  とする。

$c\sigma_t$  : コーン状破壊に対するコンクリートの引張強度で、 $c\sigma_t = 0.31\sqrt{F_c}$  とする。ただし、軽量コンクリートを用いる場合は、この値の 90% とする。(N/mm<sup>2</sup>)

$F_c$ : コンクリートの設計基準強度 (N/mm<sup>2</sup>)  
 $E_c$ : コンクリートのヤング係数 (N/mm<sup>2</sup>)  
 $A_{qc}$ : せん断力方向の側面におけるコーン状破壊面の有効投影面積で、 $A_{qc} = 0.5\pi c^2$  とする [図3参照].  
 $c$ : へりあき寸法

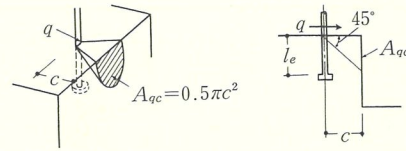


図3 側面の有効投影面積

(2) 短期許容せん断力を確保するための頭付きアンカーボルトの有効埋込み長さ  $l_e$  は、(7)式を満たすように算定するものとする。

$$s\sigma_{pa} \cdot s_c a \leq c\sigma_t \cdot A_c \quad (7)$$

(3) せん断力を受ける方向により、へりあき寸法  $c$  の影響を考慮する必要がある。

#### 4.2.3 埋込み長さ、へりあきまたははしあき寸法、および組合せ応力など

前2項のほか、頭付きアンカーボルトの設計に関しては、下記の各項を考慮すること。

- (1) 頭付きアンカーボルトの有効埋込み長さ  $l_e$  は、アンカーボルトの径  $d$  の4倍以上とする。
- (2) コンクリート躯体のへりあきに対する頭付きアンカーボルトのへりあき寸法およびはしあき寸法は、アンカーボルトの径  $d$  の3倍以上とする。
- (3) ピッチ・ゲージなどは「第1編 合成梁構造設計指針」6.5節に準ずる。
- (4) 引張力とせん断力を同時に受ける場合にはその組合せ効果を考慮して算定する。
- (5) 小規模建築物等の基礎梁に頭付きアンカーボルトを定着し、基礎梁のせん断耐力を期待する場合には、アンカーボルトの先端位置は線材置換した位置（構造心）よりも深い位置とすることを原則とする。

#### 4.2.1 引張力を受ける場合

(1) (1)式は、頭付きアンカーボルトの降伏強度できまる場合の算定式であり、 $s\sigma_y$  (鋼材の降伏点) と  $s_c a$  (アンカーの軸部断面積とねじ部有効断面積のうちの小さなほうの値) の積で求める。表4.2にねじ部有効断面積の例を示す。

表4.2 ねじ部の有効断面積 (JIS B 1082より抜粋)

ねじの呼び	ピッチ (mm)	メートル並目ねじ有効断面積 (mm <sup>2</sup> )	ねじの呼び	メートル細目ねじ有効断面積 (mm <sup>2</sup> )
M10	1.5	58.0	M10×1.25	61.2
M12	1.75	84.3	M12×1.5	88.1
M14	2	115	M14×1.5	125
M16	2	157	M16×1.5	167
M18	2.5	192	M18×2	204
M20	2.5	245	M20×2	258
M22	2.5	303	M22×2	318
M24	3	353	M24×2	384

(2) (2)式は、コンクリートがコーン状に破壊する場合の許容引張力を与えるものである。図4.14は、この耐力  $p_{max}$  と図1と図2で示す有効水平投影面積  $A_c$  およびコンクリート圧縮強度  $F_c$  との関係を示す実験結果 (文献1), (19), (20), (21)より作成) である。

一方、ACIの提案式<sup>14)</sup>でもコンクリートがコーン状に破壊する場合の頭付きスタッドの許容引張力として、 $4\phi\sqrt{F_c} \cdot A_c$  (psi) [ $0.33\phi\sqrt{F_c} \cdot A_c$  (N/mm<sup>2</sup>),  $\phi$ : 低減係数] を与えている。

これらの結果より、本指針では、コンクリートのコーン状破壊の終局引張耐力  $p_{max}$  の平均値は  $\sqrt{F_c}$  と  $A_c$  の積で表しうるとし、これに安全率を考慮して、普通コンクリートの場合長期荷重に対して  $\phi_2=1/3$ 、短期荷重に対して  $\phi_2=2/3$ 、また、軽量コンクリートの場合これらの値の90%として算定することとした。コンクリートのような脆性材料の短期に生ずる力に対する許容応力度は、荷重除荷後に有害な残留変形が生じず剛性も低下しないことと、材料強度に対して一定の安全率 (通常の場合1.5) を保有させることを条件に定めている。引張耐力がコンクリートのコーン状破壊で決まる場合は脆性的な破壊であるために、脆性材料の考え方を踏襲して  $2/3$  (=  $1/1.5$ ) を短期荷重に対する係数としている。なお、この係数は、許容耐力が実験で得られた終局耐力のほぼ下限値となっている。

(3) 図4.15に示す頭付きアンカーボルトの許容引張力 ( $p_a$ ) 時の頭部支圧応力度は、コンクリートの支圧強度  $f_n$  以下となるように規定した。

日本建築学会「プレストレストコンクリート設計施工規準・同解説」では、コンクリートの支圧強度は支承面積と支圧面積の比の平方根に比例し、その上限が定められている。本指針でもこれにならって、支承面積としてコーン状破壊面の投影面積  $A_c$  をとり、支圧面積はアンカー

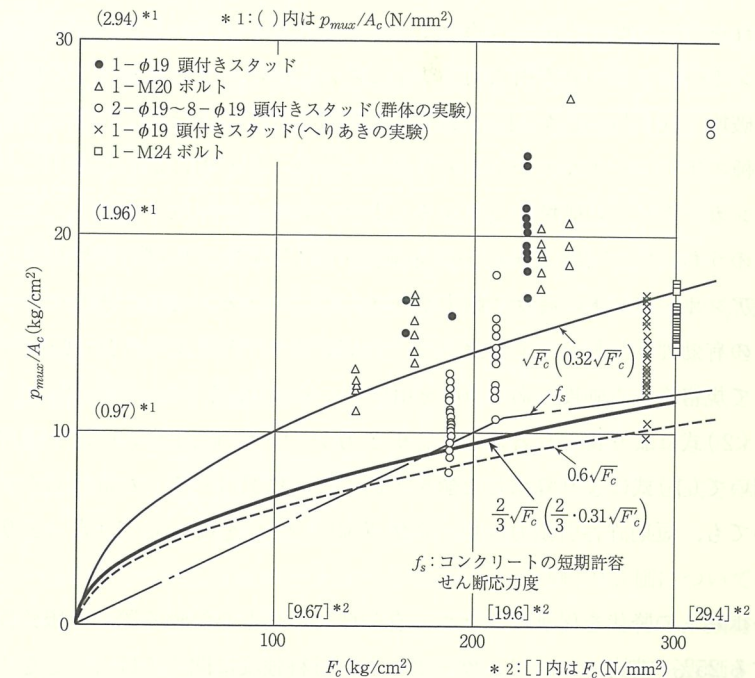
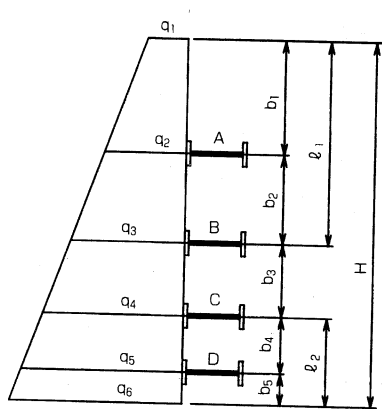


図4.14 頭付きアンカーボルトの引張耐力  $P_{max}/A_c$  とコンクリート圧縮強度  $F_c$  との関係<sup>1),19),20),21)</sup>

# ダム・堰施設技術基準(案)

(基準解説編・マニュアル編)

## (1) 最上段に主桁を配置しない場合



$$R_A = \frac{(2 \cdot q_1 + q_3)}{6 \cdot b_2} \cdot \ell_1^2$$

$$R_B = R_{B1} + R_{B2}$$

$$R_{B1} = \frac{\ell_1 \cdot \{3 \cdot b_2 \cdot (q_1 + q_3) - \ell_1 \cdot (2 \cdot q_1 + q_3)\}}{6 \cdot b_2}$$

$$R_{B2} = \frac{(2 \cdot q_3 + q_4)}{6} \cdot b_3$$

$$R_C = R_{C1} + R_{C2}$$

$$R_{C1} = \frac{(q_3 + 2 \cdot q_4)}{6} \cdot b_3$$

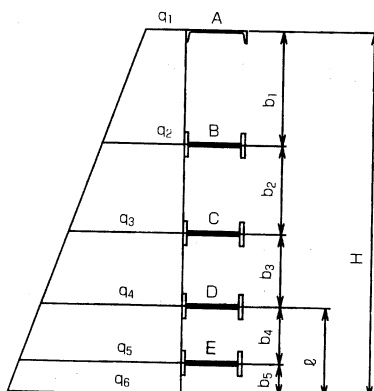
$$R_{C2} = \frac{\ell_2 \cdot \{3 \cdot b_4 \cdot (q_4 + q_6) - \ell_2 \cdot (q_4 + 2 \cdot q_6)\}}{6 \cdot b_4}$$

$$R_D = \frac{(q_4 + 2 \cdot q_6)}{6 \cdot b_4} \cdot \ell_2^2$$

…(2.1.3-1)

図2.1.3-1 主桁の配置図

## (2) 最上段に主桁を配置した場合



$$R_A = \frac{(2 \cdot q_1 + q_2)}{6} \cdot b_1$$

$$R_B = R_{B1} + R_{B2}$$

$$R_{B1} = \frac{(q_1 + 2 \cdot q_2)}{6} \cdot b_1$$

$$R_{B2} = \frac{(2 \cdot q_2 + q_3)}{6} \cdot b_2$$

$$R_C = R_{C1} + R_{C2}$$

$$R_{C1} = \frac{(q_2 + 2 \cdot q_3)}{6} \cdot b_2$$

$$R_{C2} = \frac{(2 \cdot q_3 + q_4)}{6} \cdot b_3$$

$$R_D = R_{D1} + R_{D2}$$

$$R_{D1} = \frac{(q_3 + 2 \cdot q_4)}{6} \cdot b_3$$

$$R_{D2} = \frac{\ell \cdot \{3 \cdot b_4 \cdot (q_4 + q_6) - \ell \cdot (q_4 + 2 \cdot q_6)\}}{6 \cdot b_4}$$

$$R_E = \frac{(q_4 + 2 \cdot q_6)}{6 \cdot b_4} \cdot \ell^2$$

…(2.1.3-2)

図2.1.3-2 主桁の配置図

2. 補助桁は、必要な強度と剛性を考慮して部材の寸法を決定するとともに、再塗装が容易な配置・寸法とする。

補助桁の桁高が主桁の桁高に比べて小さい場合、全体の剛性を高めるために板構造またはトラス構造の縦桁を設けなければならない(図2.1.3-3)。