

大口径深礎杭基礎における鋼製橋脚の躯体接合部の設計について

NEXCO 西日本コンサルタンツ株式会社 ○ 小山 雅己
NEXCO 西日本コンサルタンツ株式会社 安永 拓巳

1. はじめに

新設橋梁の下部工設計において、鋼製橋脚および大口径深礎杭基礎の設計を行った。本橋梁の架橋位置は谷あい位置し、並行するように道路が交差しているため、下部工施工時に交差道路の終日通行止めは困難であった。橋脚躯体には終日通行止めが少なくなる鋼製橋脚を採用し、フーチングを有する基礎構造物では掘削範囲が大きくなるため、掘削範囲の少ない大口径深礎杭基礎を採用した。

本稿では、大口径深礎杭基礎における鋼製橋脚躯体接合部（アンカーフレーム：支圧板方式）の設計内容について報告する。

2. 躯体接合部の構造諸元

アンカーフレームのアンカーボルト下端までの区間を躯体接合部とし、打継目の位置は、施工誤差や架台高さを考慮して、接合部下端から 500 mm と設定した。（図-1）

3. 接合部の照査（押抜きせん断照査）

(1) 制限値の考え方

アンカーフレーム側が引き抜かれることによって生じる押抜きせん断力に対する躯体接合部の照査を行った。押抜きせん断力の照査に用いる特性値、各種係数、および制限値は、平成 29 年道示¹⁾に規定される右記の式-1 に基づいた。

押抜きせん断耐力の特性値 P_{pu} の算出式において、 $b_p d$ は押抜きせん断抵抗に有効なコンクリートの投影面積を表すが、本構造では破壊面が杭外周を逸脱したため、押抜きせん断に対する抵抗面の周長 b_p は、コンクリート道路橋設計便覧²⁾に記載される図-3 の規定より、自由縁（杭外周）から距離が $5d$ 以下の場合の最小周長の考え方を基本とした。なお、深礎杭のように自由縁が円弧の場合、自由端が湾曲して徐々に閉合するため、上述の手法のように b_p を取ると有効面積が過大評価されることから、図-4 に示すように有効抵抗面は破壊線によって得られる大口径深礎基礎の上面に投影した面積とした。

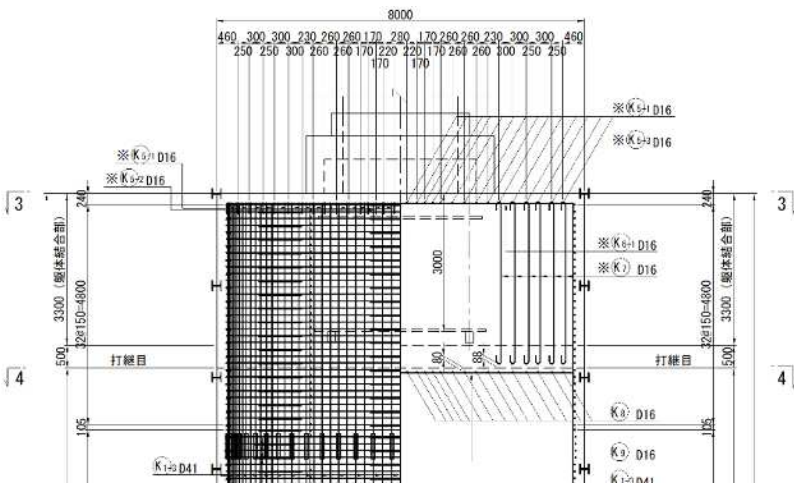


図-1 躯体接合部の構造諸元

$$P_{pud} = \xi_1 \xi_2 \Phi_{ps} P_{pu} \quad \text{--- (式-1)}$$

P_{pud} : 押抜きせん断力の制限値 (N)
 P_{pu} : 押抜きせん断耐力の特性値 (N) で、 $P_{pu} = k b_p d \tau_{pc}$
 b_p : 断面の分布形状を、部材有効高の 1/2 の距離だけ離れた面へ 45° の角度で投影した形状の外周の長さ (mm) で、図-2 のとおりとする。
 d : 部材断面の有効高 (mm)
 k : 補正係数で 1.70
 τ_{pc} : 押抜きせん断応力度の基本値 (N/mm²) で、表-1 による。
 ξ_1 : 調査・解析係数
 $\xi_2 \Phi_{ps}$: 部材・構造係数と抵抗係数の積で、表-2 による。

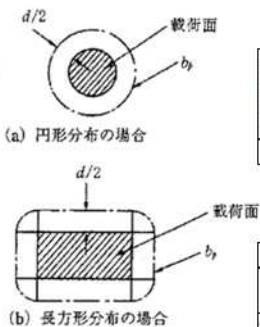


図-2 外周の長さ b_p の取り方

表-1 τ_{pc} の値一覧

コンクリート設計基準強度	21	24	27	30	40	50	60	70	80
τ_{pc}	0.85	0.90	0.95	1.00	1.20	1.40	1.50	1.50	1.50

表-2 ξ_1 及び $\xi_2 \Phi_{ps}$ の値一覧

		ξ_1	$\xi_2 \Phi_{ps}$
I	Ⅱ 及び Ⅲ 以外の作用の組合せを考慮する場合	0.90	0.85
Ⅱ	作用組合せにレベル1地震の影響を考慮する場合		1.00
Ⅲ	作用組合せにレベル2地震の影響を考慮する場合	1.00	

キーワード 鋼製橋脚、大口径深礎杭、アンカーフレーム、コンクリートの押抜きせん断照査

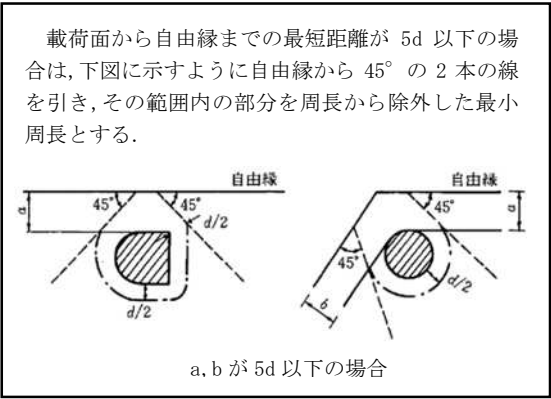


図-3 押抜きせん断に対する抵抗面の周長 b_p の考え方の基本

(2) 配筋要領

躯体接合部の配筋は図-5 に示す設計要領第二集³⁾の配筋要領に準拠した。

なお、長方形フーチングの場合より有効抵抗面は小さいため、コンクリートの 45° 破壊面に対するせん断耐力の向上に配慮して、せん断補強筋を打継目の位置まで延ばすこととした。

(3) 作用力の考え方

平成 29 年道示¹⁾に示される組合せ荷重ケース(表-3)のうち、以下の3グループ内におけるアンカーボルト引張力の最大値をそれぞれ抽出し、いずれも押抜きせん断力の制限値 P_{pud} を超えないよう設計を行った。

- 1) 以下の2グループ以外の組合せケースの中から抽出するグループ。
(組合せ荷重①～⑨から抽出する.)
- 2) レベル1地震動を考慮した組合せケースから抽出するグループ。
(組合せ荷重⑩から抽出する.)
- 3) レベル2地震動及び衝突荷重を考慮した組合せケースの中から抽出するグループ。
(組合せ荷重⑪～⑫から抽出する.)

4. まとめ

大口径深礎杭と鋼製橋脚躯体の接合部の設計では、押抜きせん断に対する抵抗面の周長 b_p の算出にあたり、深礎杭等の自由縁が円弧な構造では、長方形フーチングの算出方法では抵抗面が過大評価となるため、自由端の湾曲による閉合を考慮した抵抗面で照査した。

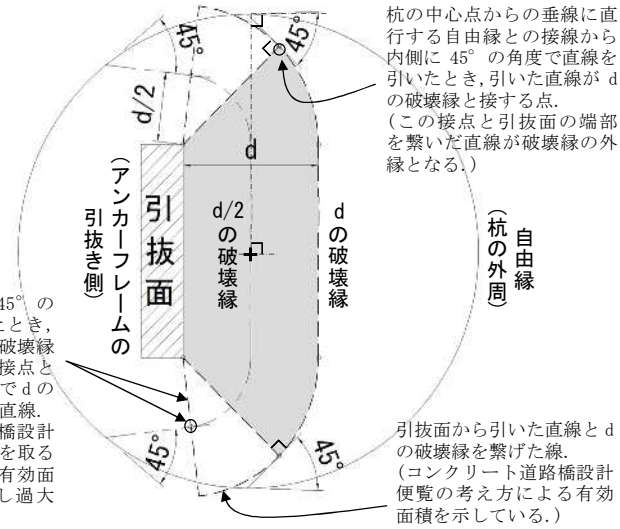


図-4 コンクリート有効抵抗面(ハッチング部)の考え方

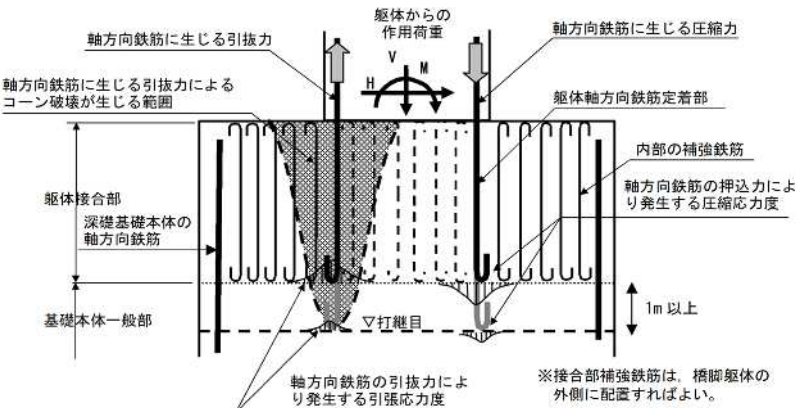


図-5 軸方向鉄筋の定着部周辺の配筋と応力状態

表-3 組合せ荷重ケース一覧

作用の組合せ	設計状況の区分	詳細
① D	永続作用支配状況	死荷重(D)
② D+L		死荷重(D) + 活荷重(L)
③ D+TH		死荷重(D) + 温度変化(TH)
④ D+TH+WS		死荷重(D) + 温度変化(TH) + 橋桁に作用する風荷重(WS)
⑤ D+L+TH		死荷重(D) + 活荷重(L) + 温度変化(TH)
⑥ D+L+WS+WL	変動作用支配状況	死荷重(D) + 活荷重(L) + 橋桁に作用する風荷重(WS) + 活荷重に対する風荷重(WL)
⑦ D+L+TH+WS+WL		死荷重(D) + 活荷重(L) + 温度変化(TH) + 橋桁に作用する風荷重(WS) + 活荷重に対する風荷重(WL)
⑧ D+WS		死荷重(D) + 橋桁に作用する風荷重(WS)
⑨ D+TH+EQ		死荷重(D) + 温度変化(TH) + 地震の影響(EQ)
⑩ D+EQ		死荷重(D) + 地震の影響(EQ)
⑪ D+EQ	偶発作用支配条件	死荷重(D) + 地震の影響(EQ)
⑫ D+C0		死荷重(D) + 衝突荷重(C0)

参考文献 1) 日本道路協会：道路橋示方書・同解説Ⅰ，Ⅲ，平成 29 年 11 月。
2) 日本道路協会：コンクリート道路橋設計便覧，令和 2 年 9 月。
3) 西日本高速道路株式会社：設計要領 第二集 橋梁建設編，平成 28 年 8 月。