

ずれ止めを介した鋼管杭頭結合部の定着耐力の検討

鉄道総合技術研究所 正 員○濱田 吉貞
正 員 神田 政幸

1. はじめに

鉄道橋梁等の基礎として鋼管杭を用いる場合、鋼管杭とフーチングの結合部は図1・表1に示すような基礎標準¹⁾の仕様に基づいて設計される。このようなアンカー鉄筋結合方式では、杭に作用する軸力に対して、充填コンクリートと鋼管が十分定着することが、杭頭断面の設計における前提となる。本研究ではCFT柱の設計方法²⁾等を参考に、結合部の定着耐力の具体的評価方法を提案するとともに、交番載荷実験における定着部分の状態からその妥当性を検討する。

表1 基礎標準¹⁾で示すずれ止めの厚さおよび幅

(単位:mm)		
杭径D	800未満	800～1100
ずれ止め厚さh	9	12
ずれ止め幅B	25	25
ずれ止め間隔s	150	200

2. 鋼管杭の結合部における定着耐力

ずれ止めを設けた場合の鋼管内面と充填コンクリートの付着強度の設計値 τ_d は次式で求められる²⁾。

$$\tau_d = (1.15 + 1.72 f_g \cdot h/s) / \gamma_c \quad (\text{N/mm}^2) \quad (\text{式2.1})$$

ここに、 f_g ：充填コンクリートの圧縮強度(N/mm²)

h ：ずれ止め高さ(mm)

s ：ずれ止め間隔(mm)

γ_c ：材料係数

圧縮軸力作用時における、鋼管頭面の支圧力の設計値 R_d については、次式で求められる³⁾。

$$R_d = \eta \cdot f'_{ck} \cdot A_a / \gamma_c \quad (\text{N}) \quad (\text{式2.2})$$

$$\text{ここに、} \eta = \sqrt{A/A_a} \quad 2 \quad (\text{式2.3})$$

A ：コンクリートの支圧分布面積(mm²)

A_a ：支圧面の面積，すなわち鋼管の断面積(mm²)

ただし、円環形の支圧面の内部は充填コンクリートを介した応力が作用していることから、支圧分布の拡がりには期待しない。よって(式2.3)において $A = A_a$ すなわち $\eta = 1$ とする。

鋼管杭の結合部における定着耐力は、内面と充填コンクリートの付着耐力と頭面支圧力の和として評価することとする。すなわち定着耐力を評価する手法として、次式を提案する。

$$\text{引張軸力に対して、} \{ \pi(D-2t) \cdot L_d \cdot \tau_d \} / \gamma_b \quad N_{pl} \quad (\text{式2.4})$$

$$\text{圧縮軸力に対して、} \{ \pi(D-2t) \cdot L_p \cdot \tau_d + R_d \} / \gamma_b \quad N_{pu} \quad (\text{式2.5})$$

ここに、 D ：鋼管径(mm)

t ：鋼管厚(mm)

$L_d \cdot L_p$ ：鋼管と充填コンクリートとの付着の有効範囲(mm)で、ずれ止め間隔 s と段数の積とする。

$N_{pl} \cdot N_{pu}$ ：杭1本あたりの設計最大引張軸力および最大圧縮軸力(N)

γ_b ：部材係数

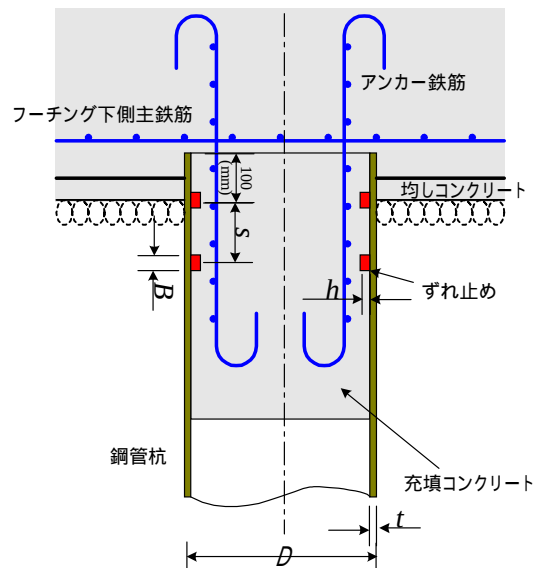


図1 杭頭部のアンカー鉄筋結合法

3. 交番載荷実験における付着部の破壊状態

2.で示した提案式の検証を行うため、図2のような鋼管杭接合部を想定した曲げ交番載荷実験でのずれ止め部分の損傷状態をもとに検証を行った。この実験はいずれもφ900mm鋼管杭の1/2モデルを想定したもので、4ケースとも鋼管内に溶接したずれ止めは、厚さ $h=6\text{mm}$ 、幅 $B=12\text{mm}$ 、1段目のずれ止め位置は鋼管頭部から50mmであるが、段数はケース毎に2～4段である。

表2は、これらの実験より、供試体と同一配合・同一養生でのコンクリートにおける圧縮試験から得られた強度をもとに、材料係数 $\gamma_c=1.0$ として各供試体における定着耐力を(式2.1)～(式2.5)により算定したものである。そして、各ケースにおける実験終了後における付着部の損傷状態と、定着耐力と軸力の比值について図3のよう

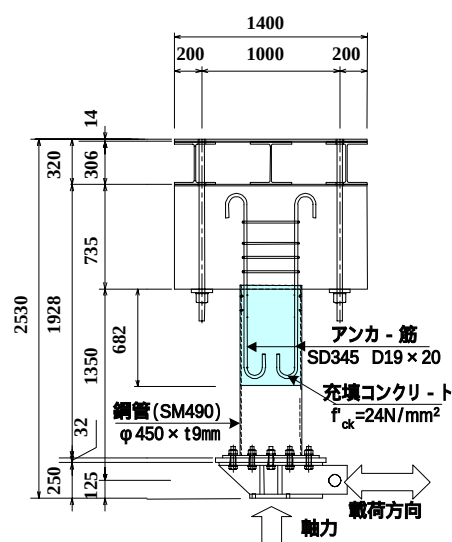


図2 交番載荷実験の概要

表2 各実験ケースにおける定着耐力の算定

	ずれ止め 間隔・段数 (mm)	実験時 軸力 (kN)	コンクリート 強度試験 (N/mm²)	τ_d $\gamma_c=1.0$ (N/mm²)	付着範囲 L_d, L_p (mm)	R_d $\gamma_c=1.0$ (kN)	定着耐力 $\gamma_b=1.0$ (kN)	耐力/軸力 $\gamma_b=1.0$	定着耐力 $\gamma_b=1.3$ (kN)	耐力/軸力 $\gamma_b=1.3$
実験1	s=100×2段	1175	27.7	4.01	200	345	1433	1.22	1103	0.94
実験2	s=100×4段	-1175	33.4	4.60	400	-	-2495	2.12	-1919	1.63
実験3	s=100×4段	2349	36.9	4.96	400	460	3152	1.34	2425	1.03
実験4	s=100×3段	-588	29.1	4.15	300	-	-1691	2.88	-1301	2.21

に対比させた。なお写真1は各ケースでの実験終了後に鋼管を切り外し、供試体内部を観察したものである。

いずれの実験も交番曲げ載荷は終局変位まで行われたが、これらの結果より、 $\gamma_b=1.3$ で算定した比値が1.0以上であれば、鋼管内面のコンクリートは曲げ変形時においてもほぼ健全であり、付着性能が十分に発揮されと考えられる。一般に、終局時設計におい

ては $\gamma_c=1.3$ 、 $\gamma_b=1.3$ が適用されるが、(式2.1)～(式2.5)は、定着耐力の評価を行う方法として、ほぼ妥当と考えられる。

4.おわりに

本研究では鋼管杭頭結合部の定着評価について、一案として具体的な提案式を示した。今後、より適切に定着耐力を評価し、最適な結合部設計を確立していくための検討課題を以下に述べる。

(1)鋼管による充填コンクリート拘束効果⁴⁾を考慮した τ_d の算定。

(2)ずれ止め深さ・位置による影響の検討。

(3)応力伝達メカニズムを考慮した、付着の有効範囲 $L_d \cdot L_p$ の適切な設定。

【参考文献】

- 1)鉄道構造物等設計標準・同解説 基礎構造物・抗土圧構造物 / 丸善 2000.6
- 2)鉄道構造物等設計標準・同解説 鋼とコンクリートの複合構造物 / 丸善 2001.12
- 3)コンクリート構造の設計・施工の基本 設計編 / 土木学会関西支部 1998.7
- 4)J.B. Mander, M.J.N. Priestly, and R. Park : Theoretical Stress-Strain Model for Confined Concrete / Journal of the Structural Division, ASCE, Vol.114, No.8 pp.1804-1826, 1988.8

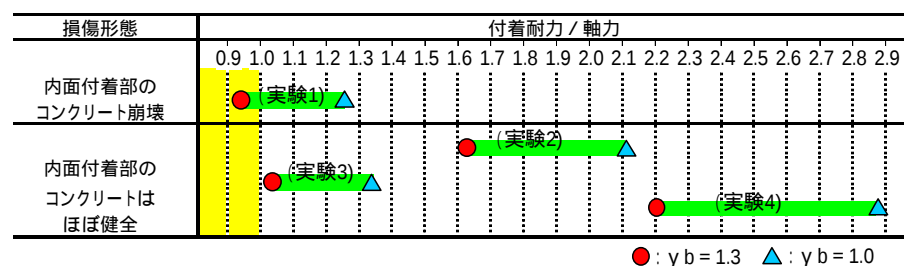


図3 付着部の損傷と定着耐力 / 軸力の関係



写真1 交番載荷試験後の供試体内部
(左上:実験1, 右上:実験2, 左下:実験3, 右下:実験4)