

コンクリート充填鋼管ソケット式柱梁T形接合部の耐力評価について

J R 東日本 研究開発センター 正会員 ○山田 正人
 J R 東日本 研究開発センター 林 篤
 J R 東日本 研究開発センター フェロー 野澤伸一郎

1. はじめに

コンクリート充填鋼管柱の簡素で合理的な柱梁接合方法として、外ダイアフラム付きの径の大きな鋼管内に、それより径の小さな充填鋼管柱を所定長さ差し込みその環状の隙間をコンクリートで充填して一体化する接合構造が考案されている。本接合部をモデル化した模型実験によりその耐荷機構を検討したので、その内容について報告する。

2. 実験概要

試験体諸元を表-1に、試験体一般形状を図-1に示す。試験体は、柱梁接合部をモデル化したT形試験体で、コンクリート充填鋼管柱よりも径の大きなソケット鋼管に充填鋼管柱を差し込み、間隙をモルタルで充填して一体化する構造とした。また、実施工上の施工性を考慮して図-1に示すような柱鋼管に溶接された位置固定プレートを設けるとともに、鋼管の表面と充填モルタルとの付着性能を向上させるため、ソケット鋼管内側及び柱鋼管外側に、φ6mmの丸鋼を50mmピッチで円周上に溶接している。

荷重方法は、図-1に示す位置での片押しの単調荷重とした。

3. 実験結果

実験結果を表-2に示す。表中の終局強度は、文献1)を参考に荷重・変位関係の接線勾配が初期勾配の5%にまで低下した時点の荷重を便宜的に実験によりえられた終局強度と定義することにした。実験より本接合部の終局強度には、ソケット鋼管厚、ソケット鋼管長さ、位置固定プレート及びずれ止め鉄筋の有無が大きく影響することがわかった。

4. ソケット接合部の終局強度の算定

(1) モーメントの釣合い式

実験結果から、図-2に示すような耐荷モデルを仮定して、力の釣り合いにより接合部の終局強度を算定した（記号は、図-2参照）。

$$M_1 + \frac{D}{2} Q_1 - T \left(\frac{2\sqrt{2}}{\pi} \right) d = (P - Q_2) \frac{L(4P - Q_2 - 3Q_3)}{6(2P - Q_2 - Q_3)} + (P - Q_3) \frac{L(4P - 3Q_2 - Q_3)}{6(2P - Q_2 - Q_3)} \quad (1)$$

この式(1)から、摩擦力の合力 T の及び支圧力の合力 P の最大値を求めることにより、接合部の終局強度を算定できる。

(2) 終局時の摩擦力の合力

柱とモルタルの間の摩擦応力は、クーロン摩擦(式(2))に従うものとし、摩擦力の合力 T は式(3)により算定する。

キーワード：ソケット鋼管、充填モルタル、支圧力、終局強度

連絡先：〒331-8513 埼玉県さいたま市北区日進町2-0 JR東日本研究開発センター Tel(048)651-2552 Fax(048)651-2571

表-1 試験体諸元

試験体名	鋼管柱 d (mm)	梁 (mm)	ソケット鋼管径 D (mm)	ソケット長さ L (mm)	ソケット板厚 t (mm)	パラメータ
P-1	φ318×t25	H350×350 ×16×22	406	350	6	標準ケース
P-2	φ318×t25	H350×350 ×16×22	500	350	6	ソケット鋼管径
P-3	φ318×t25	H500×350 ×16×22	406	500	6	ソケット鋼管長さ
P-4	φ318×t25	H350×350 ×16×22	406	350	12	ソケット鋼管板厚
P-5	φ318×t25	H350×350 ×16×22	374	350	6	ソケット鋼管径
P-6	φ318×t25	H350×350 ×16×22	406	350	6	位置固定プレート無
P-7	φ318×t25	H350×350 ×16×22	406	350	6	位置固定プレート無、 ずれ止め鉄筋無
P-8	φ318×t25	H350×350 ×16×22	636	350	6	ソケット鋼管径

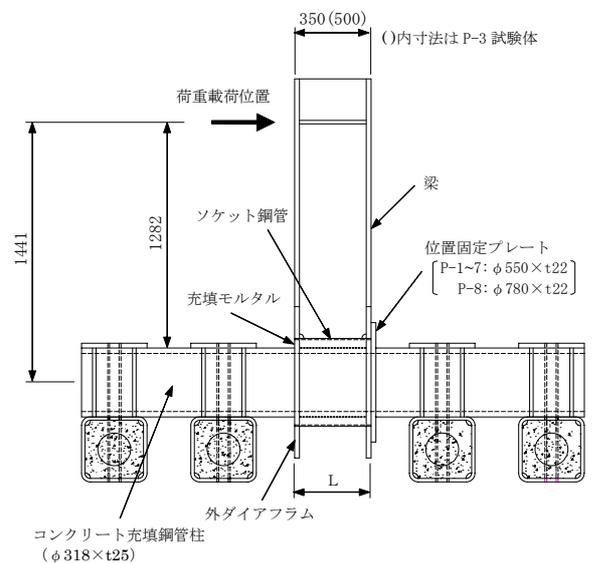


図-1 試験体形状

表-2 実験結果及び計算値との比較

試験体名	終局強度		計算値 Puexp / Pucal
	Puexp (kN)	Pucal (kN)	
P-1	522	504	1.04
P-2	426	434	0.98
P-3	837	777	1.08
P-4	686	715	0.96
P-5	586	576	1.02
P-6	517	538	0.96
P-7	321	—	—
P-8	529	537	0.99

$$\tau_{max} = c + \sigma_n \tan \phi \quad (2)$$

ここで、 c ：粘着力 (N/mm^2)， σ_n ：界面に作用する直応力 (N/mm^2)， ϕ ：摩擦角 (rad)

$$T = c \frac{\pi}{4} dL \frac{(P-Q_2)}{(2P-Q_2-Q_3)} + \frac{\pi}{2\sqrt{2}} (P-Q_2) \tan \phi \quad (3)$$

このとき、摩擦力は柱の圧縮側及び引張側に各々全周の1/4に均等に作用していると仮定した。ずれ止めを設けた場合のソケット鋼管とモルタルとの極限付着強度 (τ_{max}) は、式(4)により算定する。この場合、 $c = \tau_{max}$ ， $\phi = 0^\circ$ として式(3)より T を求める。

$$\tau_{max} = 1.15 + 1.72 f'_{cu} \cdot h/s \quad (4)$$

ここで、 f'_{cu} ：環状モルタルの立方体供試体強度 (N/mm^2)， h ：ずれ止め(突起)の高さ(mm)， s ：ずれ止め間隔(mm)

(3) 終局時の支圧力の合力

ソケット接合部における柱に作用する支圧力の合力 P は、ソケット鋼管長さ L の区間のせん断パネルのせん断耐力と外ダイアフラムにより決定されると考え、式(5)により求める。

$$P = V_s + V_c + V_p \quad (5)$$

ここで、 V_s ：ソケット鋼管の負担するせん断力(N)， V_c ：モルタル部が負担するせん断力(N)， V_p ：外ダイアフラムが負担するせん断力(N)

まず、ソケット鋼管が負担するせん断耐力は、鋼管の純せん断耐力とし、式(6)により求める。

$$V_s = \frac{f_{sy}}{\sqrt{3}} \frac{\pi(D-t) \cdot t}{2} \quad (6)$$

ここで、 f_{sy} ：ソケット鋼管の引張降伏強度 (N/mm^2)， t ：ソケット鋼管の板厚(mm)

次に、環状のモルタル部が負担するせん断耐力は、式(7)により求める。

$$V_c = \frac{3}{2L} \left[\frac{\pi}{4} D_i L_i c \left(\frac{2\sqrt{2}}{\pi} D_i \right) - \frac{\pi}{4} d \frac{L}{2} c \left(\frac{2\sqrt{2}}{\pi} d \right) \right] \quad (7)$$

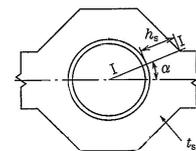
ここで、 D_i ：ソケット鋼管の内径(mm)， L_i ：ソケット鋼管内側で付着力に寄与する長さ(mm)

そして、外ダイアフラムが負担するせん断耐力については、式(8)により求める。

$$V_p = f(\alpha) \cdot A_1 \cdot f_{dy} \quad f(\alpha) = \frac{2}{\sqrt{3}} \sqrt{2\sin^2 \alpha + 1} \quad A_1 = h_s \cdot t_s \quad (8)$$

ここで、 h_s ：I-I断面での外ダイアフラムの高さ(mm)，

t_s ：外ダイアフラムの板厚(mm)， f_{dy} ：外ダイアフラムの引張降伏強度 (N/mm^2)



以上の式で表現される支圧力であるが、位置固定プレートの有無によるソケット鋼管のせん断応力分布の違いや形状差によるソケット鋼管と外ダイアフラムの強度分担割合の違いなどによりばらつきが大きかったため、式(5)の支圧力の合力 P を式(9)のように補正した。

$$P = (V_s + V_c + V_p) \cdot \beta \quad (9)$$

ここで、 $\beta = 0.327X + 0.567$ ， $X = (d/D) \cdot (t/D) \cdot (L/D) \cdot 100$

以上のようにして、算定した本接合部の終局強度の計算結果を表-2に示す。表より、計算値は実験値を概ね精度よく評価できていることがわかる。

5. まとめ

今回の実験結果から、本接合部の終局強度は、図-2に示す耐荷モデルを仮定し、式(1)により精度よく評価できることがわかった。

参考文献

1) 野澤他：コンクリート充填鋼管ソケット接合部の耐力評価，土木学会論文集，No.606/V-41, pp.31-42, 1998.11.

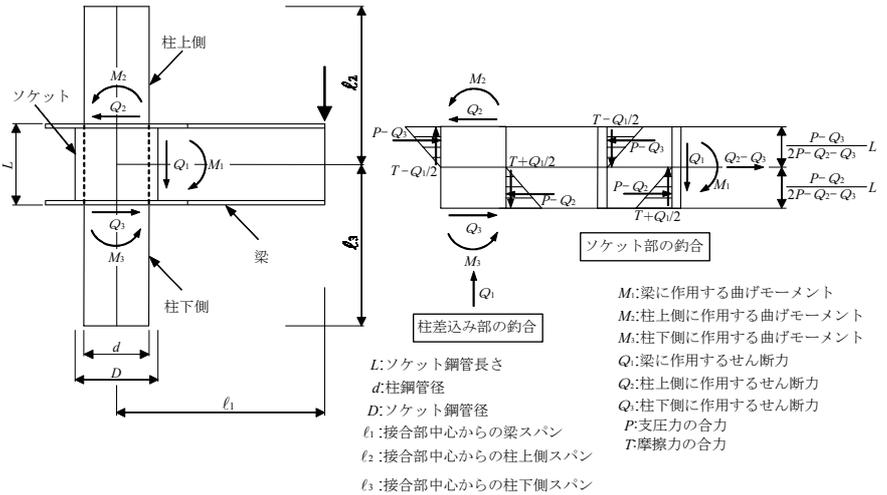


図-2 耐荷モデル