

V-220

差込み接合を用いたコンクリート充填鋼管柱と鉄骨鉄筋コンクリート梁接合部の実験的研究

新日本製鐵株式会社 正員 葛 拓造¹⁾新日本製鐵株式会社 正員 木下 雅敏¹⁾鉄道総合技術研究所 正員 村田 清満¹⁾鉄道総合技術研究所 正員 安原 真人¹⁾

1. はじめに

コンクリート充填鋼管は、高い耐震性を有する構造として柱や杭構造に採用されるケースが多くなっている。コンクリート充填鋼管を柱構造に用いた場合、鉄筋コンクリート梁や鉄骨鉄筋コンクリート梁との接合が必要となるケースが多いが、今回、現場作業を省力した接合方法として鉄骨と鉄筋で構成される差込み部材を充填鋼管内に所定長さ埋込み荷重伝達を行う差込み接合に着目し、その接合部終局耐力を実験により検討したので報告する。

2. 試験体及び荷重方法

試験体は一般的な鉄道橋脚の1/2程度のモデルとした。使用柱鋼管はφ406×t6.4(SKK400相当)を基本とし、充填コンクリートは240kgf/cm²相当とした。梁部は鉄骨・鉄筋コンクリート構造とし、鉄筋と鉄骨からなる差込み部材を充填鋼管柱内に埋込み、接合部での荷重伝達を図った。パラメータはA)差込み部材の埋込み長、B)柱鋼管の板厚、C)差込み部材の鉄骨鉄筋比、D)軸力の有無、E)内突起付き鋼管の使用とし、計12体の試験体について試験を行った。試験体形状及び諸元を図-1、表-1に示す。荷重は、柱頭部の所定の荷重点に一方方向の水平荷重を準静的に荷重した。JTS-9、10は、鋼管及びコンクリートの全塑性圧縮強度の0.1、0.25倍の一定軸力を作用させた後水平荷重を作用させた。

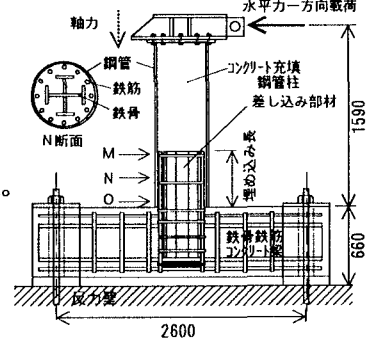


図-1 試験体形状

表-1 試験体諸元

試験体 No.	鋼管径 D(mm)	板厚 t(mm)	鋼管 種類	D/t	埋込長 L(mm)	差 し 込 み 部 材		軸力 比	パラメータ
						鉄 骨	鉄 筋		
JTS-1	406	6.4	普通	63.4	0.75D	H250x120x12x25(SM490)	D19-16(SD345)	0	埋込み長
JTS-2	406	6.4	普通	63.4	1.0D	H250x120x12x25(SM490)	D19-16(SD345)	0	埋込み長
JTS-3	406	6.4	普通	63.4	1.25D	H250x120x12x25(SM490)	D19-16(SD345)	0	埋込み長
JTS-4	406	6.4	普通	63.4	1.5D	H250x120x12x25(SM490)	D19-16(SD345)	0	埋込み長
JTS-5	406	3.2	普通	123	1.0D	H250x120x12x25(SM490)	D19-16(SD345)	0	鋼管板厚
JTS-6	406	9	普通	42.7	1.0D	H280x150x12x25(SM490)	D19-16(SD345)	0	鋼管板厚
JTS-7	406	6.4	普通	63.4	1.0D	H290x160x12x25(SM490)	—	0	鉄骨鉄筋比
JTS-8	406	6.4	普通	63.4	1.0D	—	D19-40(SD390)	0	鉄骨鉄筋比
JTS-9	406	6.4	普通	63.4	1.0D	H250x120x12x25(SM490)	D19-16(SD345)	0.1	軸力
JTS-10	406	6.4	普通	63.4	1.0D	H250x120x12x25(SM490)	D19-16(SD345)	0.25	軸力
JTS-11	400	9	突起	45.1	1.0D	H280x150x12x25(SM490)	D19-16(SD345)	0	鋼管種類
JTS-12	400	9	突起	45.1	1.5D	H280x150x12x25(SM490)	D19-16(SD345)	0	鋼管種類

3. 実験結果と考察

(1) 破壊性状

基本試験体としたJTS-2のO断面の周方向歪みが降伏した時の鋼管表面及び差込み鉄骨の歪分布を図-2に示す。M及びO断面の鋼管周方向歪みが卓越し、鋼管に作用した曲げモーメントが一旦せん断力に変換され、差込み部材に伝達される応力の流れが読み取れる。試験では鋼管N断面中央の斜め方向の引張歪みが増加し、降伏歪みに至った後荷重の増加がほぼ一定となり変形が増加する破壊性状(以下、①接合部破壊)を示した。JTS-1、2、5、7~11試験体もJTS-2とほぼ同様な接合部破壊が生じた。また、JTS-6は鋼管からのせん断力の作用によって差込み部材O断面のせん断歪みの顕著な増加が観察され、②差込み部材のせん断破壊が生じた。実験では、上記破壊モード以外に、JTS-11はN断面での③差込み部材の曲げ破壊が生じ、JTS-3、4試験体ではM断面での④充填鋼管の曲げ破壊が生じ

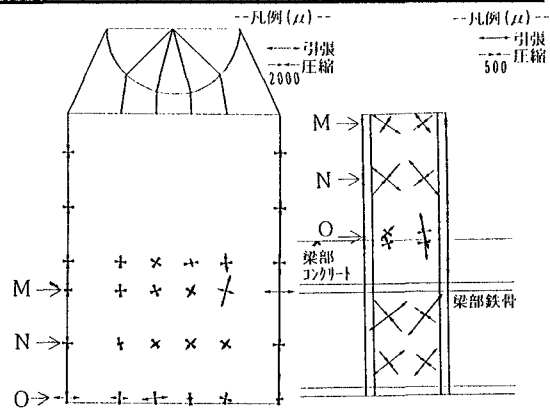


図-2 鋼管表面及び差込み部材鉄骨部の歪み分布

キーワード：コンクリート充填鋼管、鉄骨鉄筋コンクリート、接合、耐荷力、変形性能

1)〒293 千葉県 富津市 新富 20-1 TEL:0439-80-2859 FAX:0439-80-2745

2)〒185 東京都 国分寺市 光町 2-8-38 TEL:0425-73-7281 FAX:0425-73-7247

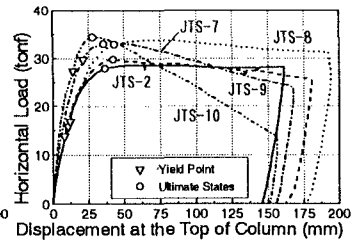
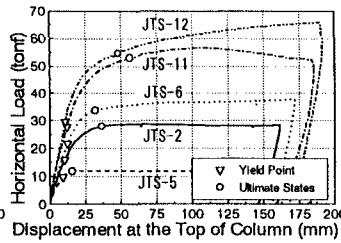
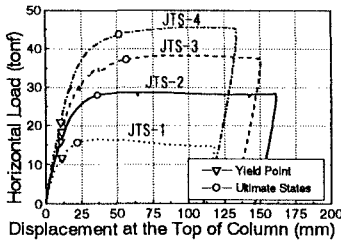


図-4 荷重-変位(埋込み長比較) 図-5 荷重-変位(鋼管板厚・突起有無比較) 図-6 荷重-変位(軸力・鉄筋比較)

た。③差込み部材の曲げ破壊及び④充填鋼管の曲げ破壊が生じた試験体の終局耐力の推定は、既往の知見・文献から各々鉄骨鉄筋コンクリート・コンクリート充填鋼管の終局耐力の計算方法を用いて推定できる。従って、以下に接合部破壊が生じた試験体についてその終局耐力の検討を行った。

(2) 終局耐力のパラメータの影響

各試験体の荷重～柱頭の変位の関係を

図-4～6 に示す。図からわかる様にどの試験体も最大荷重に達した後も急激な荷重の低下はなく高い変形性能を示した。図中に鋼管が降伏歪みに達した荷重(▽)及び荷重～変位曲線の接線勾配がその初期勾配の5%までに低下する荷重を試験体の終局荷重と定義して○印で示した。各パラメータの終局荷重の比較より接合部破壊が生じる場合について1)差込み部材の埋込み長に比例して終局耐力が高くなる、2)鋼管の板厚の増加や突起付き鋼管の使用により終局耐力が高くなる、3)差込み部材の鉄骨鉄筋比及び軸力による終局耐力への影響はほとんどない、ことが明らかになった。

(3) 終局耐力の推定

本実験及びこれまでの知見[1]より、接合部では支圧力の偶力及び摩擦力の偶力により柱に作用する曲げせん断に抵抗していると考えられ、図-7 に示す耐荷機構を仮定し接合部の力の釣り合い式Iを作成した。このとき鋼管とコンクリート間の摩擦係数はクーラン摩擦に従うものとし、柱の引張側及び圧縮側に各々全周の1/4に均等に作用し最大摩擦力に達しているとした(式II)。また、実験では0断面の鋼管側面歪みが降伏歪みに達した時点から荷重の増加がなくなっていることから、図-8 に示す様に鋼管柱側面部に $2/3L$ 幅の引張バンドが支圧力の合力の作用位地を結ぶ方向に形成されこの引張バンドが全降伏するときが最大耐力であると定義すると、終局荷重時の鋼管の水平方向の力の釣り合いから式IIIが導かれる。これらの式より推定した接合部の終局耐力計算値は、図-9 に示す通り、実験により得られた終局耐力をほぼ推定できる。

4. まとめ

1)差込み接合方法は、高い変形性能を有する接合方法である。2)接合部破壊が生じた場合の接合部の終局耐力は、差込み部材の埋込み長・鋼管板厚にほぼ比例し、突起付き鋼管の使用により高くなる。また差込み部材の鉄骨鉄筋比・軸力の影響により終局耐力の違いは生じない。3)支圧力と摩擦力の偶力による耐荷機構を仮定した接合部の耐力推定方法は、実験値の良い予測値を示す。

<参考文献>[1]鷹野・鎌田・木下:コンクリート充填鋼管の接合部耐力実験、土木学会第51回年次学術講演会、V-609、pp1216-1217、1997.9

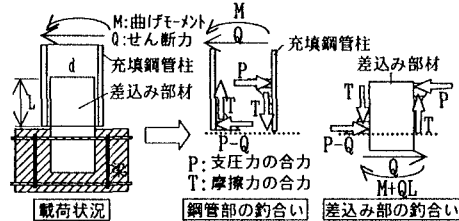


図-7 接合部破壊の耐荷機構

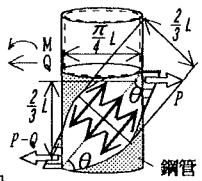


図-8 鋼管終局ゲル

【式I】 接合部の力の釣り合い

$$M + Q \times \frac{L}{2} - T \times \frac{\sqrt{2}}{\pi} \times D - \frac{1}{3} \times L \times P - \frac{1}{3} \times L \times (P - Q) = 0$$

M : 作用モーメント 但し、 $M = Q \cdot a$ (a : せん断距離)

T : 摩擦力、 P : 支圧力

L : 埋込み長、 D : 鋼管径

【式II】 摩擦力の合力

$$T = \frac{\pi}{2\sqrt{2}} \times (P - Q) \times \tan \phi + C \left(\frac{\pi}{4} D \right) \times \frac{P - Q}{2P - Q} L$$

C : 粘着力 (7.0 kgf/cm^2)、 ϕ : 摩擦角 (20°)、[1]参照

【式III】 終局荷重時の鋼管の水平方向の力の釣り合い

$$P - Q = f_y \times 2t \times \frac{2}{3} L \times \sin \theta$$

f_y : 鋼管一方引張強度、 t : 鋼管板厚、 θ : 引張バンド角度

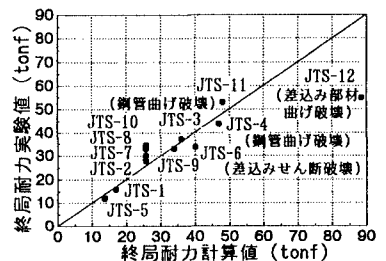


図-9 終局耐力実験値と計算値の比較

図により得られた終局耐力をほぼ推定できる。