

# 複合ラーメン高架橋接合部（差込み接合）に関する実験的検討

鉄道総合技術研究所 正 高山 智宏\*  
 鉄道総合技術研究所 正 村田 清満\*  
 新日本製鐵株式会社 正 木下 雅敬\*\*

## 1. はじめに

高い耐震性や施工性からコンクリート充填鋼管（以下 CFT）を柱構造としてラーメン高架橋に採用するケースが多くなってきているが、その場合 RC 梁あるいは SRC 梁との接合となる可能性が高くなる。こうした異種部材の接合方法の一つとして、施工の簡便化、省力化さらに施工誤差の吸収性に優れた差込み接合が開発されている。これは鉄骨と鉄筋で構成される差込み部材を充填鋼管に所定長さ差込むことにより、荷重伝達を行う接合方式である。差込み接合の構造特性についてはこれまでに単調荷重試験を行い、差込み長に比例して終局耐力が高くなることなどを確認している<sup>1)</sup>。本文では、差込み部材の曲げ破壊を先行させることにより差込み接合部の耐力、変形性能を定量的に評価する事を目的に行った静的交番荷重試験の結果について報告する。

## 2. 試験体および荷重方法

試験体は一般的な接合部の 1/2 程度のモデルとした。使用柱鋼管は 406.4 × t 6.4 (STK490) を標準とし、充填コンクリートは  $f_{ck}=24\text{N/mm}^2$  相当とした。接合部の耐力の設定は鉄道構造物等設計標準に従うものとするが、差込み部材の耐力については CFT の曲げ耐力と同等とし、差込み部材の曲げ破壊を先行させる設計とする。梁部は一辺 1400mm の RC 構造のフーチング体とした。パラメータは接合部の耐力、剛性、破壊モードに影響を与えると考えられる A) 差込み鋼材の鋼材比, B) 鉄骨鉄筋比, C) 鋼材の強度, D) 柱部材の軸力比, E) 鋼管種別 (突起付き) とし、計 10 体の試験体について試験を行った。試験体の形状および諸元を図 1, 表 1 に示す。

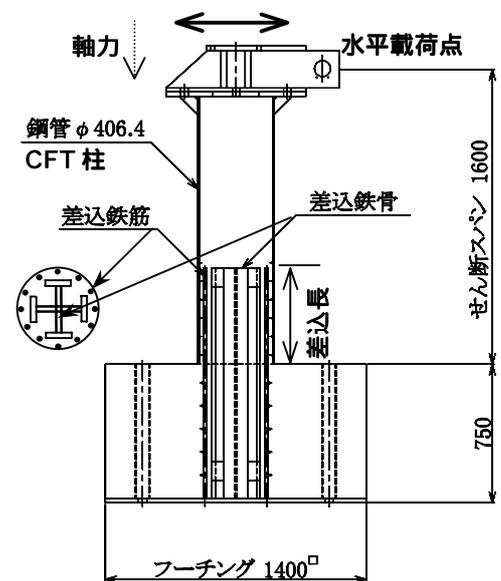


図 1 試験体形状

荷重は柱頭部の荷重点に水平交番荷重を準静的に荷重した。差込み鉄骨または鉄筋が降伏する時点での荷重点の水平変位を降伏変位  $y$  とし、 $y$  を片振幅としてその整数倍に変位を漸次増加させながら、1 ステップ 3 回づつの繰返し荷重を行った。JTSC-7, 8 は、鋼管と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。

表 1 試験体諸元

試験体No.	鋼管				差込み部材			パラメータ				
	鋼管径 D(mm)	板厚 t (mm)	鋼管 種類	D/t	鋼材 種類	差込長 L(cm)	鉄骨	鉄筋	鋼材比	鉄骨/ 鉄筋比	軸力比	設定パラメータ
JTSC-1	406.4	4.0	普通	102	SM490	53	H260×130×6×12(SM490)	D13-16(SD345)	0.051	2.24	0	鋼材比
JTSC-2	406.4	6.4	普通	64	STK490	52	H260×130×6×19(SM490)	D16-16(SD345)	0.078	2.18	0	標準
JTSC-3	406.4	9.0	普通	45	SM490	51	H260×130×12×25(SM490)	D19-16(SD345)	0.105	1.97	0	鋼材比
JTSC-4	400.0	9.0	突起	44	SKK490NR	51	H260×130×12×25(SM490)	D19-16(SD345)	0.108	1.97	0	突起付き鋼管
JTSC-5	406.4	6.4	普通	64	STK490	52	H280×150×12×22(SM490)	D10-16(SD345)	0.082	8.26	0	鉄骨鉄筋比
JTSC-6	406.4	6.4	普通	64	STK490	52	-----	D22-24(SD345)	0.072	0.00	0	鉄骨鉄筋比
JTSC-7	406.4	6.4	普通	64	STK490	52	H260×130×9×19(SM490)	D16-16(SD345)	0.078	2.18	0.10	軸力比
JTSC-8	406.4	6.4	普通	64	STK490	52	H260×130×9×19(SM490)	D16-16(SD345)	0.078	2.18	0.25	軸力比
JTSC-9	406.4	6.4	普通	64	STK490	52	H260×130×6×12(SM570)	D16-16(SD345)	0.059	1.43	0	鋼材種別
JTSC-10	406.4	6.4	普通	64	STK490	52	H260×140×12×25(LYP253)	D16-16(SD295)	0.098	3.00	0	鋼材種別

Key Words : コンクリート充填鋼管柱, 接合部, 耐力, 変形性能

\* 〒185-8540 東京都国分寺市光町 2-8-38 TEL042-573-7280 FAX042-573-7280

\*\* 〒293-8511 千葉県富津市新富 20-1 TEL0439-80-3085 FAX0439-80-2745

### 3. 実験結果と考察

#### (1) 終局荷重

実験により得られた各試験体の終局荷重と破壊形態をまとめたものを表2に示す。各試験体とも設計上は差込み部材の曲げ破壊となるように設計されているにもかかわらず、破壊形態はCFT柱の曲げ破壊と差込み部材の曲げ破壊のケースが混在している。耐力計算値についても、CFT柱曲げ破壊となった試験体は、総じて実験終局荷重が曲げ耐力計算値を1割程度超えている。また差込み部材曲げ破壊となった試験体では、実験により得られた終局荷重は、曲げ耐力計算値を大幅に超過していることが分かる。したがって、耐力計算値と実験値の大幅な差異により想定した破壊形態とならなかったものと考えられる。

#### (2) 変形性能

試験体JTSC-2およびJTSC-9は、差込み部材に用いた鋼材強度が異なるものの、今回の実験において標準試験体として設定した試験体である。破壊形態はJTSC-2がCFT柱曲げ破壊（写真1）、JTSC-9が差込み部材の曲げ破壊（写真2）である。両者の荷重 - 変位曲線の包絡線を図2に示す。これにより、差込み部材曲げ破壊の方がCFT柱曲げ破壊に比べて、最大荷重時の変位および終局状態での変位が大きく、変形性能が定性的には高いといえる。これは、CFT柱曲げ破壊の場合は、鋼管の局部座屈により構造性能の劣化が進行し、最終的には局部座屈部で低サイクル疲労による亀裂が発生することにより変形性能が規定されるのに対して、差込み部材曲げ破壊では、CFT柱基部とフーチング部でのコンクリートの比較的緩やかに進行する損傷により劣化挙動も進行することから、変形性能が大きくなるものと考えられる。

#### 4. おわりに

高架橋の設計においては終局状態の正確な予測と経済的な部材の設計が必要である。今回の実験では、終局荷重において計算値と実験値との間に少なからぬ差異が認められたが、今後接合部の耐力算定時における現行評価手法の妥当性の検証を行う。また、差込み接合部破壊時に脆性的な破壊を生じずCFT柱破壊以上の変形性能を示すことを確認したほか、本実験の設定パラメータが変形性能に及ぼす影響を確認している。

なお、本研究は運輸省の補助金を受けて実施したものである。

<参考文献>

- 1) 村田清満, 安原真人, 葛拓造, 木下雅敬: 鉄道混合構造物の接合部の耐力評価, 鋼構造論文集, 第5巻第19号, pp9~20, 1998.9

表2 終局荷重と破壊形態

試験体名	実験による終局荷重(kN)	破壊形態	曲げ耐力計算値(kN)	
			CFT柱 <sup>1)</sup>	差込部材 <sup>2)</sup>
JTSC-1	313.4	CFT柱曲げ破壊	294.7	174.6
JTSC-2	455.3	CFT柱曲げ破壊	408.7	281.0
JTSC-3	580.0	差込部材曲げ破壊	509.9	353.9
JTSC-4	563.0	差込部材曲げ破壊	508.3	354.1
JTSC-5	448.0	CFT柱曲げ破壊	392.8	255.1
JTSC-6	341.0	差込部材曲げ破壊	394.0	309.2
JTSC-7	467.2	CFT柱曲げ破壊	424.4	286.1
JTSC-8	468.9	CFT柱曲げ破壊	453.7	341.8
JTSC-9	456.1	差込部材曲げ破壊	390.3	250.9
JTSC-10	433.9	差込部材曲げ破壊	395.1	245.8

1)せん断スパンを差込み部材先端から載荷位置までの距離(1100mm)とし、載荷点の荷重点として算定。

2)せん断スパンを差込み部材先端から柱基部までの距離(1600mm)とし、載荷点の荷重点として算定。弱軸方向鉄骨は無視。

3)パターン部は破壊形態に対応した計算耐力を示す。

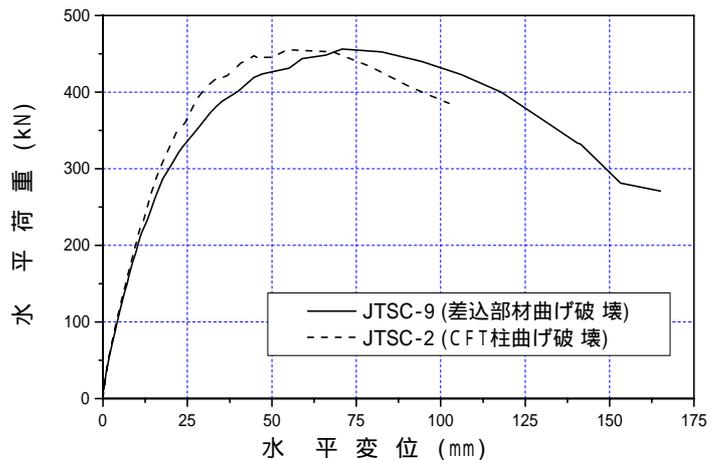


図2 荷重 - 変位関係の包絡線の比較



写真1 実験後試験体状況 (JTSC-2)



写真2 実験後試験体状況 (JTSC-9)