

I - A 140 川之江東JCT・Cランプ橋の鋼桁-RC橋脚剛結部の載荷実験

日本道路公団 四国支社 正会員 望月 秀次 三井造船 正会員 ○釜井 英行
同 上 正会員 花田 克彦 同 上 正会員 曾我 明

1. まえがき

徳島自動車道・川之江東ジャンクションCランプ橋では、鋼・コンクリート複合ラーメン形式における鋼桁とRC橋脚との剛結構造として、鋼桁桁隅角部内部にコンクリートを充填し、鋼桁より下方に延ばした鋼柱をRC橋脚内に埋め込み、鋼柱外面に溶植したスタッドにより鋼桁をRC橋脚に直接剛結する構造が採用された。本橋の詳細設計業務では、剛結部近傍をモデル化した立体FEM解析により、剛結部の応力の流れを解明し設計に反映させるとともに、上・下部工をモデル化したラーメン構造について荷重増分解析法による静的弾塑性解析を実施し、剛結部がRC橋脚基部より先に崩壊しないことを確認している。本報告は、死活荷重状態における剛結部の応力伝達機構および構造の妥当性の確認を目的に行った弾性載荷実験、これに引き続き、剛結部の耐荷性を検証する目的で行った耐荷力実験の概要について述べるものである。

2. 実験概要

(1) 実験供試体：実験は、実橋の中間支点上剛結構造の1/4縮小モデルにより、鋼桁およびRC橋脚に実橋で想定される応力状態が再現出来るよう、鋼桁部の両端の支持条件をピン支持とした。また、RC柱の部材長は、耐荷力実験時にRC柱部における破壊が、せん断破壊より曲げ破壊が先行するよう、載荷装置の制約の範囲内で、せん断スパン・桁高比が出来るだけ大きくなるように決定した。

図-1に供試体の概要図を、表-1に供試体の諸元と供試体を使用した材料の力学特性を示す。

(2) 載荷方法：供試体への荷重の載荷は、RC柱頂部に設計荷重に相当する鉛直方向の軸圧縮力を作用させた状態で、水平荷重を載荷することにより、実橋で想定される応力状態を再現した。また、耐荷力実験ではこの水平荷重を正負交番載荷することにより、剛結部に正負の交番曲げモーメントを作用させながら、供試体が破壊に至るまで水平荷重を増加させる方法とした。

3. 実験結果と考察

(1) 鋼桁隅角部の応力：表-2に、鋼桁隅角部フランジの応力を計算値、およびFEM解析値と比較して示す。発生応力はせん断遅れを無視した場合の計算値を大きく下回っており鋼桁内部に充填したコンクリートは、せん断遅れの抑制効果

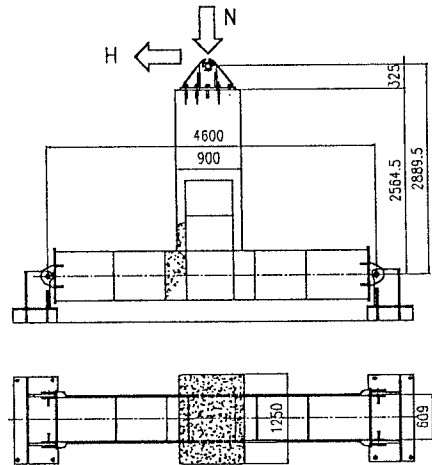


図-1 供試体の概要図

表-1 供試体諸元と材料の力学特性

供試体断面諸元 (mm)			材料試験結果	
			降伏点 (kgf/cm ²)	弾性係数 (kgf/cm ²)
鋼 桁	フランジ	597 x 6	4,079	1.95x10 ⁸
	ウェブ	675 x 6	4,079	1.95x10 ⁸
	フランジ	597 x 6	4,079	1.95x10 ⁸
	ウェブ	650 x 6	4,079	1.95x10 ⁸
鋼 柱	スタッド	φ13 x 65	—	—
	主鉄筋	D16	3,109	1.95x10 ⁸
	帯鉄筋	D10	3,561	1.97x10 ⁸
	コンクリート	1,250 x 900	σ _{ck} =378	2.28x10 ⁸

表-2 鋼桁隅角部フランジ応力 (単位: kgf/cm²)

	上フランジ	下フランジ
計算値 / せん断遅れ考慮	-2,002	1,920
計算値 / せん断遅れ無視	-1,711	1,634
実験値	-1,114	1,260
FEM解析値	-724	498
フランジ応力 (kgf/cm ²) は+引張、-圧縮を示す。		

キーワード：合成構造、複合ラーメン、頭付きスタッド、せん断遅れ

日本道路公団 四国支社 〒760 高松市朝日町 4-1-3 TEL 0878-23-2111 FAX 0878-23-1333

三井造船(株) 〒104 東京都中央区築地 5-6-4 TEL 03-3544-3687 FAX 03-3544-3040

のほかに、鋼板全体の応力レベルを低減する効果があり、実用上せん断遅れを考慮しない隅角計算で十分安全であるといえる。図-2には、鋼桁ウェブの主応力分布を示す。応力の流れに乱れはないが、フランジと同様に桁内にコンクリートを充填することにより、鋼桁の発生応力レベルが全体に低下しているのがわかる。

(2) 合成柱各部の応力分布

図-3に、合成柱各部の応力を並べて示す。

鉄筋応力・RC柱の表面応力ともに、鋼柱の埋込長の半分程度の位置から応力の減少が見られ、柱基部（鋼桁隅角部）に近づくにつれて急激に減少している。鋼柱やスタッドはこれと相反して応力が上昇しており、RCから鋼柱への応力伝達は、鋼柱の埋込全長（スタッドの溶植区間）のなかでも、特に鋼桁に近い部分において、急激になされていると判断できる。

(3) ゴム板によるコンクリートの支圧抑制効果

図-4に支圧ゴム直上RC柱表面の圧縮応力分布を示す。圧縮応力は、最大でも8 kgf/cm²と非常に小さく、目視による観察でもゴム板と接するコンクリートの圧壊を観察したのは、耐力実験のPh = 50 tonf 載荷時（設計断面力の約5倍）であり、ゴム板によるコンクリートの支圧抑制効果が確認できた。

(4) 剛結部の終局強度

表-3は、剛結部の、ひび割れ、鉄筋降伏および終局（コンクリートの圧壊）時の設計水平荷重とそれぞれの実験値を比較したものである。ただし、実験ではコンクリートの曲げ破壊より先に、鋼桁隅角部に亀裂が発生したため、この時の荷重を終局荷重とした。供試体の複合RC柱は、鉄筋降伏荷重の約1.6倍の水平荷重に対しても、残存耐力を有しており、RC構造からSRC構造への接合構造として十分な強度を有している。また、コンクリートを充填した鋼桁隅角部も、実橋の設計断面力に対して約8倍の耐力を有しており、鋼桁とRC柱との剛結構造として耐荷性の面で十分な強度を有している事が確認できた。

4. おわりに

鋼・コンクリート複合ラーメン形式における、鋼桁とRC橋脚との剛結構造の一形式として採用された本構造は、本実験により、その応力伝達機構を解明するとともに、耐荷性の面でも十分な強度を有していることを確認することができた。今後の、鋼・コンクリート合成構造の発展のために、本実験がいくらかでも参考になれば幸いである。最後に、本実験のために実験場をお貸し戴き、実験計画から実験完了まで懇切丁寧なご指導を戴いたいた大阪工業大学の栗田教授に、感謝の意を表します。

参考文献 飯東、湯川、曾我、釜井：川之江東JCT・Cランプ橋の鋼桁-RC橋脚剛結部の設計法について、土木学会第52回年次学術講演会、講演概要集、平成9年9月。

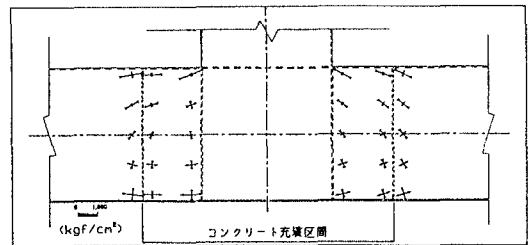


図-2 鋼桁ウェブの主応力（実験値）

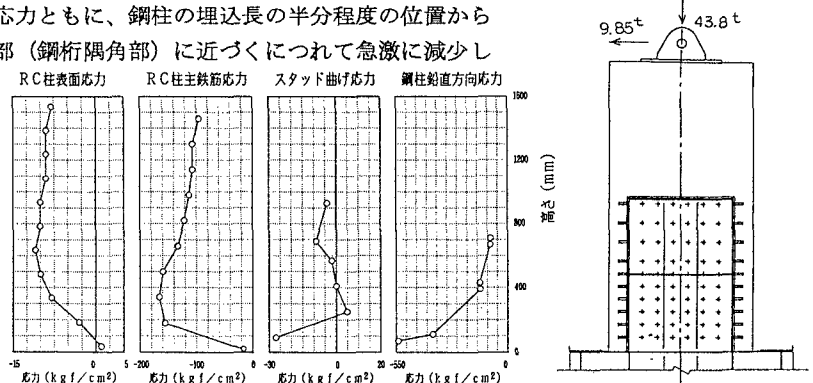


図-3 合成柱各部の応力（実験値）

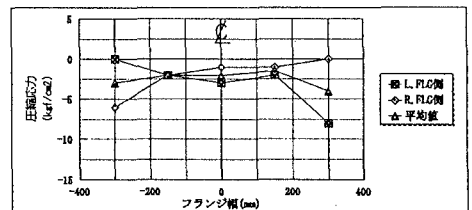


図-4 支圧ゴム直上RC柱表面応力

表-3 設計値と実験値の比較

荷重種別	設計値	実験値
ひび割れ荷重	23.2 tonf	28.0 tonf
鉄筋降伏荷重	55.1 tonf	55.0 tonf
終局荷重	75.2 tonf	※ 79.4 tonf

※ 鋼桁隅角部の亀裂発生荷重。