

G1-18 鋼 I 主桁が貫通する RC ラーメン橋脚隅角部の応力伝達機構に関する実験的研究

前川 智彦

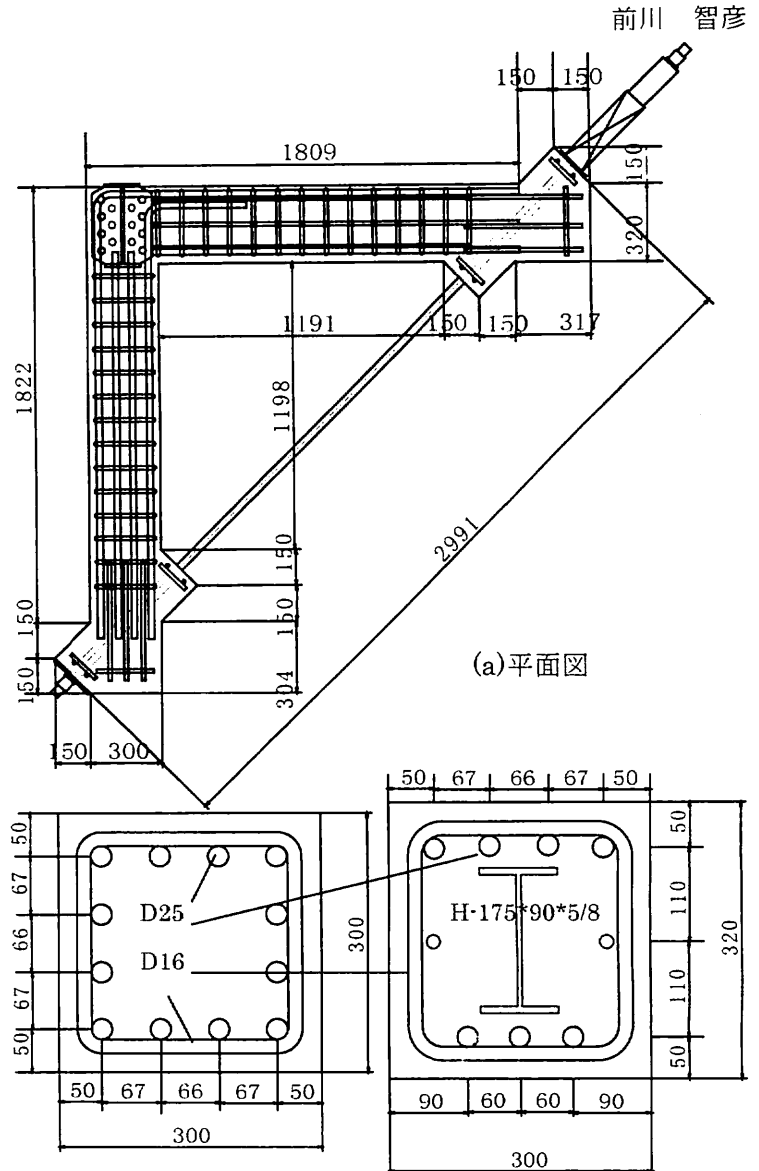
1. 目的

近年、支間 $L=30\sim 50\text{m}$ の連続桁に経済的な鋼少主桁化、支承の削減と耐震性能の向上が図られる上・下部一体構造を組み合わせた複合ラーメン橋が着目されている。この橋梁形式は国内でも十数橋の施工実績があるが、鋼桁と壁式橋脚を剛結させるように主構造と剛結部を別々に着目した設計を行っている。また、高架橋の下を地域道路に利用できる構造としては、ラーメン橋脚が有効である。しかし、その両者を組み合わせた RC ラーメン橋脚と鋼主桁の剛結構造は、適用事例はもちろんのこと設計法についても整備されていない。現状では経済性が悪く施工性も低い、橋脚横ばりを鋼製として RC 橋脚柱を差込む単純な構造が採用されている。

そこで本研究では、鋼 I 主桁が貫通する RC ラーメン橋脚隅角部の橋軸直角方向の応力伝達機構に着目し、模型供試体による荷重実験を行い、隅角部の耐荷特性について検討を行った。

2. 供試体および荷重方法

供試体はラーメン橋脚隅角部を模した 2 種類の L 形供試体であり、1 体は隅角部の主桁に孔明き鋼板ジベルがあるもの（以下、鋼板有り）、残りの 1 体はそれがないもの（以下、鋼板なし）である。供試体概略図を図-1 に示す。この孔明き鋼板には柱-横ばり隅角部における面内曲げモーメントとせん断力の伝達と変形制御を期待している。図-2 に隅角部の応力伝達機構を示す。閉じるモーメント荷重時には図の様に圧縮力、引張力が発生するが、隅角部に孔明き鋼板を挿入することにより隅角部が拘束され、孔明き鋼板による引張力とコンクリートによる圧縮力のストラットが形成され、RC 柱と横ばりとの間で応力伝達が行われる。設計は、横ばりは H 鋼を鉄筋換算し柱部と同様に RC 断面として設計計算した。また、隅角部の耐力はコンクリートのみが受け持つ力と鋼板のみが受け持つ力の和とし、今回は考慮しなかった。荷重試験は、柱と横ばりの先端を閉じるように PC 鋼棒を緊張することにより荷重した。表-1 にコンクリート、鉄筋、H 鋼の材料特性を示す。



(a) 平面図 (b) 柱断面図 (c) 横ばり断面図

図-1 供試体概略図 (単位 mm)

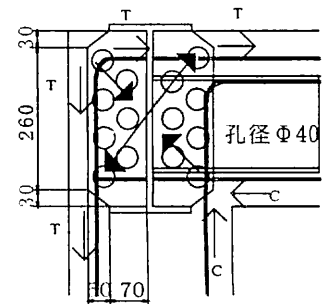


図-2 隅角部の応力伝達機構

3. 結果および考察

3.1 全体の変形挙動

図-3 に荷重-載荷方向相対変位関係を示す。鋼板有りは、鋼板なし供試体に比べて剛性が大きく、その影響は柱部の鉄筋降伏付近から顕著になった。すなわち鉄筋降伏後も、終局状態まで孔明き鋼板により柱部と横ばりの変形（回転）が拘束され、力が伝達されていることを示唆している。

表-2 に各部位の荷重値を示す。鋼板有りは、12.1kN 時に柱部にひび割れが発生し、199kN 時に柱部の鉄筋が降伏した。その後、203kN で横ばりの鉄筋が降伏し、222kN で柱部のコンクリートが圧壊した。また、柱部のコンクリート圧壊の直前に、隅角部の外側鉄筋のかぶりコンクリートの剥離が見られた。設計上の隅角部耐力は233kN であるが、柱部の破壊時には隅角部にひび割れは見られたものの、力の伝達機構として十分に機能していたと考えられる。

一方、鋼板なしは、設計上は隅角部耐力 51.5kN で同部の割裂破壊を予想した。しかし実際には、主桁上下フランジ間のコンクリートが拘束状態にあったこと、さらに柱部と横ばりの引張および圧縮側の鉄筋が隅角部の変形に抵抗したことなどにより、最大荷重は大幅に上回る結果となった。実験では、13.6kN 時に柱部にひび割れが発生し、167kN 時に柱部の、172kN 時に横ばりの鉄筋が降伏した。その後破壊が進行し、181kN で柱部のコンクリートが圧壊した。

両供試体とも、ひび割れ発生荷重は設計値に比べて実験値の方が小さいが、設計荷重、鉄筋降伏荷重、終局荷重は、計算値と実験値は良く一致していることがわかる。

3.2 隅角部の変形挙動

図-4 にひび割れ図を示す。同図から、鋼板有りの方が隅角部のひび割れは少ないことが見受けられる。

主桁ウェブ両側のコンクリートの開き幅（隙間）は、鋼板有りは低荷重域では荷重の増加とともに線形的に増加したが、鋼板なしに見られた急激な増加は見られなかった。鋼板有りの場合、柱部鉄筋降伏後は、変形が増加しても開き幅はほぼ一定であった。このことから、隅角部は柱部の破壊時も、柱部と横ばりの力の伝達を十分に果たしていたと考えられる。

4. まとめ

鋼I主桁が貫通するRCラーメン橋脚隅角部は、主桁に応力伝達機構となる孔明き鋼板を取り付けることで、柱部と横ばりに作用する力を確実に伝達できることがわかった。今後は、今回の閉じるモーメントとは逆の開くモーメントを受ける場合、また主桁方向の変形についても検討が必要である。

表-1 材料特性

(a)コンクリート

圧縮強度 (N/mm ²)	ヤング係数 (N/mm ²)	引張強度 (N/mm ²)	曲げ強度 (N/mm ²)
34.8	2.98E+04	3.40	8.84

(b)鋼材

	規格	寸法	降伏点強度 (N/mm ²)	引張強度 (N/mm ²)
H鋼	SS400	—	400以上	—
鋼板	SS400	—	400以上	—
鉄筋	SD345	D25	406.15	406

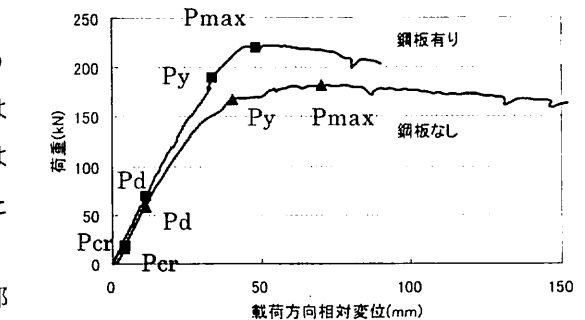
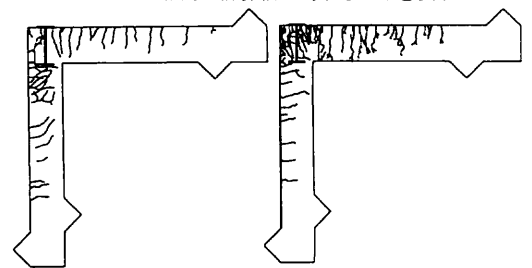


図-3 荷重-載荷方向の変位関係

表-2 荷重値の比較

		ひび割れ Pcr	設計 Pd*	鉄筋降伏 Py**	終局 Pmax
柱	計算値	21.6	64.4	187	187
	実験値	鋼板有り 12.1(0.56) 鋼板なし 13.6(0.63)	68.6(1.06) 67.9(1.05)	199(1.06) 167(0.89)	222(1.19) 181(0.97)
横ばり	計算値	24.0	66.7	194	220
	実験値	鋼板有り 15.4(0.64) 鋼板なし 15.7(0.65)	69.8(1.05) 58.9(0.88)	203(1.05) 172(0.88)	- -
隅角部	鋼板有り	計算値 - 実験値 -	-	-	233(1.00) 222以上
	鋼板なし	計算値 - 実験値 -	-	-	51.5(1.00) 181(3.51)

Pdは鉄筋応力度140N/mm²時 単位:kN
()内は計算値に対する比率を表す



(a)鋼板有り (b)鋼板なし

図-4 ひびわれ図

G1-18. An Experimental Study on the Load Transfer Mechanism of the Corner in RC Rigid Frame Piers Connected with Main Steel I Girder

Tomohiko MAEGAWA

Hybrid rigid frame bridges which consist of steel main girders connected rigidly to RC piers, widely used due to the consideration of cost and seismic safety. Moreover, in order to use effectively the space below the super structure, a rigid frame pier could be a good alternative. Most of long-span rigid frame piers consisted of steel. Due to the high cost of steel piers compared with the RC ones, the composite rigid frame pier which consists of RC columns and SRC lateral beam proposed. The important point of the proposed rigid frame is on the design of the corner.

In this study, two specimens of the corner perpendicular to the bridge direction were tested to clarify both the load transfer mechanism and the failure mode of those corners. An additional steel plate with holes is installed in corner to improve the flexural rigidity of the corner of the composite rigid frame. In order to clarify the effectiveness of the additional steel plate, two specimens of rigid frames with and without additional steel plate were prepared. The result indicated that the flexural capacity of corner increased, comparing to the specimen without additional steel plate.