

V-506

鋼管・コンクリート複合構造高橋脚の開発（その2）

— 橋脚模型の水平加力試験 —

日本道路公団福岡建設局 正会員 市川博康

日本道路公団福岡建設局 正会員 忽那幸浩

(株)大林組技術研究所 正会員 大内 一

(株)大林組技術研究所 正会員 小畠克朗

1. 序

高橋脚の省力化・急施工を目指した新技術として、大分自動車道横道橋の建設現場において、鋼管・コンクリート複合構造橋脚の開発に取り組んでいる。

本研究は当下部工をプロトタイプとして、高橋脚全体の耐震性を調べる水平加力試験を行い、1) 鋼管を用いた複合構造の有効性および2) 帯筋へのPCストランドの適用性を検討するものである。

2. 試験内容

2.1 試験体 橋軸方向の地震力を対象に試験体の設計を行う。市販製品と実験規模を考慮し、 $\phi 600$ の鋼管1本を用いた断面とする。複数鋼管の合成作用を1本の鋼管に置換することは、実橋脚の場合鋼管とコンクリートの付着応力度は終局時でも 4.5kgf/cm^2 と比較的低いことによる。試験体の設計は実橋脚と次の条件を合わせて行う：1) S断面の全断面に対する終局モーメント比、2) セン断スパン比、3) 終局時せん断応力度。試験体は実橋脚模型であるH-SRC試験体と、比較のための曲げ耐力および横補強筋量を同様にした鉄筋コンクリート試験体H-RCの2体とした。なおH-RC試験体は、通常の指針りに従い主筋の定着はフック付定着を持つ十分な定着長(38D)を確保した。また横補強量は $p_w \sigma_y$ で定義する(p_w :横補強筋比、 σ_y :補強材の降伏強度)が、 p_w は最小せん断補強で決まっており、従ってH-RC試験体の場合0.2%となる。H-SRC試験体ではPCストランドの全強を採用しており、プロトタイプに比し半分程度の補強量となっている。以上のようにして設計した試験体の形状寸法配筋を図-1に示す、なおH-SRC試験体は、実橋脚基部と合わせ鋼管内は全てコンクリートで充填している。

2.2 使用材料 H-SRC試験体の主筋にはD19を、またH-RC試験体主筋にはD25を、帯筋にはD10のいずれもSD345規格のものを使用した。なおコンクリートの示方配合はスパイラルリブ付鋼管の付着試験²⁾に使用したものと同様である。

2.3 試験方法 柱頂部に一定軸力 $N=144\text{tf}$ (設計軸圧縮応力度： 15kgf/cm^2)を載荷した後、変位制御により水平載荷を行う。部材角 $R=1/200, 1/100, 2/100, 3/100, 4/100, 5/100$ でそれぞれ2サイクルの正負繰り返し載荷の後、正側で最終破壊にいたらせる。

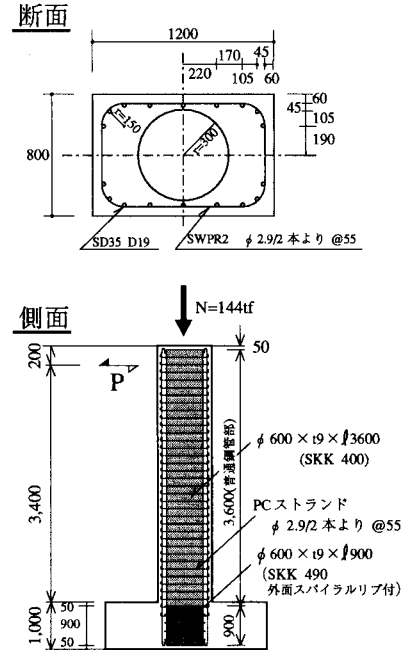


図-1 形状寸法配筋(H-SRC試験体)

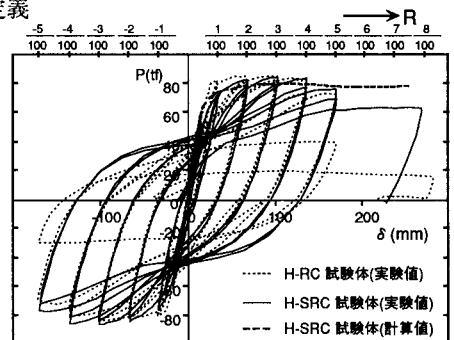


図-2 荷重-変位関係

3. 試験結果

3.1 荷重-変位関係と破壊経過 図-2に得られた荷重-変位関係を示す。H-SRC試験体については主筋が座屈し、一部のPCストランドが破断した。R=5/100以後、ジャッキストローク能力で決まる最終加力時(R=7.9/100)でも最大荷重の71%の耐力を保持した。H-RC試験体の場合には、R=4/100で主筋の座屈とともにコンクリートが広範囲に渡って剥落し、急激に耐力は低下する。

表-1 諸荷重(正加力時)

No.	H-SRC			H-RC			
項目	実験	計算	実／計	実験	計算	実／計	
初期弾性剛性 (tf/mm)	10.7	12.6	0.85	13.0	13.2	0.98	
ひびわれ発生荷重 (tf)	14.2	16.3	0.87	14.0	16.3	0.86	
降伏荷重 (tf)	鉄筋	70.3	64.7	1.09	79.1	70.7	1.12
	鋼管	70.3	71.4	0.98	—	—	—
最大荷重 (tf)	—	84.1	80.3	1.05	84.9	78.2	1.09
	—	63.3 (累加強度)	1.32	—	—	—	—
最大変位	変位 (mm)	234.0	—	178.0	—	—	
	塑性率	8.3	—	7.9	—	—	
	部材角	1/14.6	—	1/19.2	—	—	

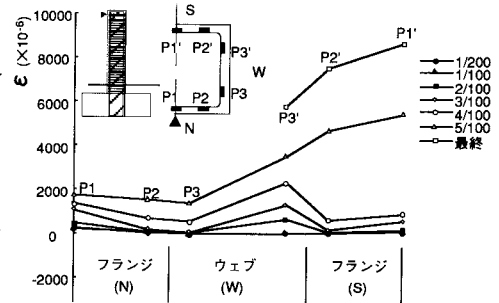


図-3 PCストランドひずみ分布
(H-SRC試験体：H=400mm断面 正荷重)

3.2 諸荷重 正加力時を対象とした諸荷重と靱性率を表-1に示す。表中の計算値は、鉄筋、鋼管ともコンクリートと一体に挙動するとして、平面保持則を適用して求めたモーメント-曲率関係による。H-SRC試験体にはRCとSの個々の耐力を重ね合せた累加強度³⁾を参考に示したが、実験値ははるかに高い。

3.3 ひずみ性状 H-SRC試験体の代表的な断面でのPCストランドのひずみ分布を図-3に示す。R=5/100以降の圧縮フランジでの急増はコンクリートの圧壊、主筋座屈によるものと思われる。特に最終段階では降伏ひずみ直前まで達している。H-SRC試験体では、PCストランドは最終的に数カ所で破断した。一方H-RC試験体での通常のフック付定着による帯筋の場合破断箇所はなく、同部分での抜け出しにより拘束力が抜け、急激に耐力が低下した。

3.4 エネルギー吸収性能 図-4に荷重-変位関係のループ面積で与えられるエネルギー吸収量を示す。R=4/100を境にH-RC試験体のエネルギー吸収量は落ち、それも繰り返により大きく低下していく。一方H-SRC試験体は最終段階でも増加しており、顕著な性能の違いが認められる。

4. 結語

本研究で得られた結論を次のようにまとめることが出来る。1) H-SRC試験体は、累加強度63.6tfに対し84.1tfの強度を得た。また梁理論計算値による荷重-変位関係と極めて良好な一致を示した。2) PCストランドがスパイラル状に配置されたH-SRC試験体は、H-RC試験体に比し、靱性、エネルギー吸収性能ともより優れた結果を示した。3) 実橋脚をプロトタイプにしているとはいえ、模型設計にあたり大胆なモデル化を行った。その意味で今回の水平加力試験は新形式高橋脚の耐震性を探る基礎的試験と言える。特に靱性評価などを厳密に行うには、今後実際に即した試験が必要であろう。

本研究を実施するにあたり、東京大学工学部岡村甫教授、前川宏一助教授よりご指導を頂きました。ここに記して深謝致します。

参考文献

- 1) 土木学会：コンクリート標準示方書—設計編、1991年
- 2) 水田他：鋼管・コンクリート複合構造高橋脚の開発(その1)—スパイラルリブ付鋼管の付着試験、土木学会第49回年講、第5部門
- 3) 日本建築学会：鉄骨鉄筋コンクリート計算規準、1986年

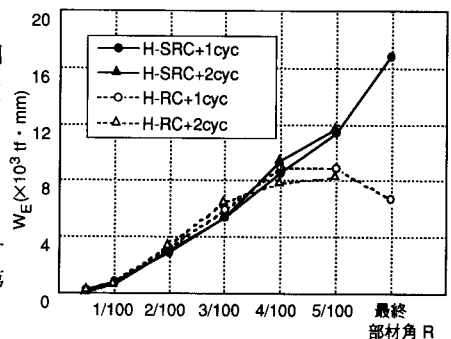


図-4 エネルギー吸収量(正加力側)