

CS-176

鋼殻・コンクリートの合成構造を用いた高橋脚の基本性能実験

住友金属工業 正員○上條崇* 正員 柳本泰伴 正員 小林洋一 小野源一郎
熊谷組 正員 山口高弘**

1. まえがき 山間部の高速道路の橋梁部では多数の高橋脚が計画されている。著者らはこのような高橋脚に対して設計、施工、経済性の観点から、薄肉の鋼殻とコンクリートを組み合わせた新しい高橋脚構造を提案し、検討を行っている。提案構造は、図-1 に示すように、耐候性鋼板をユニット化し継手で連結して形成した鋼殻の内部にコンクリートを充填する鋼殻合成構造と、孔あき鋼板から同様に形成した鋼殻を用いて、鋼殻内部にコンクリートを打設すると共に外面にコンクリートを防蝕被覆する有孔鋼殻合成構造の2種類である。これら提案構造の基本的な性能を確認する目的で、単純梁供試体を用いた単調載荷の曲げ実験（基本性能実験）を実施した。また、あわせて片持ち形式の橋脚供試体に対して、一定軸力を作用させ水平荷重を交番載荷する繰り返し載荷実験を実施した¹⁾²⁾。本稿では、前者の基本性能実験の結果について報告する。

2. 実験概要 基本性能実験では、梁供試体を用いて曲げ耐力確認実験（2点載荷による等曲げ実験）とせん断耐力確認実験（1点載荷による曲げせん断実験）を実施した。供試体の断面形状は円形と矩形の2種類とした。実橋脚を想定した場合、円形断面は鋼殻内部へのコンクリート打設時の打設圧に対して有利であり、また、矩形断面では上部工との取り合いを比較的簡素な構造にできるものと考えられる。供試体の断面寸法は、合成柱の設計法³⁾に準じて行った試設計の結果から 1/10 程度の縮尺に設定した。なお、円形断面の試設計結果から、鋼殻の径厚比は橋脚下部の断面で $R/t=80$ 程度、上部の断面で $R/t=200$ 程度と薄肉であり、矩形断面についても同様の傾向である。供試体シリーズならびに実験パラメータをまとめて表-1 に示す。

3. 結果と考察

(1) 曲げ耐力確認実験 荷重-変位関係を図-2 に、供試体中央断面の鋼殻外面のひずみ分布を図-3 に示す。図-2 の縦軸は各供試体の計算降伏荷重 P_y で無次元化し、横軸は P_y に対応するたわみの実測値 δ_y で無次元化している。 P_y はファイバーモデルで計算した。なお、コンクリート、鋼材の材料構成則は材料試験結果に基づき設定し、鋼材についてはバイリニア型とした。

図-2a の円形断面の場合、No.1, 2 のどちらのケースでも、引張鋼板の降伏後、曲げ剛性が低下しても載荷の最終段階まではほぼ一定耐力を保ったまま変形が進んだ。No.1 ($R/t=208$) では、 $\delta/\delta_y=39$ で引張鋼板が破断し耐力が急激に低下した。これに

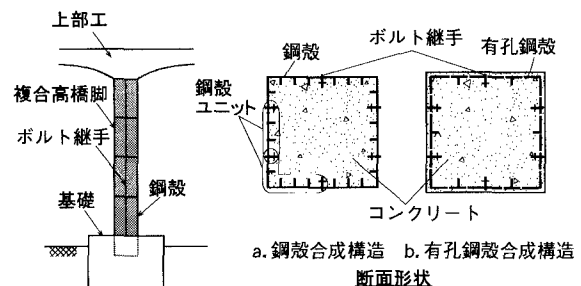


図-1 複合高橋脚形状

表-1 供試体諸元

No.	断面外形・構造形式		板 厚 (mm)	R/t or B/n・t	ウェブ部 ボルト継手	ずれ 止め	フランジ部 縦リブ	実験タイプ	備 考	
1	円形	鋼殻合成 構造	1.2	208	なし	なし	なし	曲げ	円形、薄肉	
2	$\phi 500 \times 4,500^L$		3.2	78	M5-p90mm	あり			なし	円形
3	矩形 $330^B \times 500^H \times 4,500^L$			101	なし					1-t3×25mm
4				51			なし			
5			101	M5-p90mm					基本+ボルト継手	
6	矩形 $330^B \times 500^H \times 2,500^L$	Fl. 6.0 Web. 3.2	27	M5-p50mm	1-t6×50mm			せん断	せん断	
7	矩形 $430^B \times 600^H \times 4,500^L$	有孔 鋼殻	3.2	101	M5-p90mm	なし	なし	曲げ	有孔鋼殻 被覆コンクリート t=50mm	

キーワード：合成構造，複合構造，合成柱，橋脚

* 〒314-0255 茨城県鹿島郡波崎町砂山 16 TEL: 0479-46-5128 FAX: 0479-46-5147

** 〒300-2651 茨城県つくば市鬼ヶ窪 1043 TEL: 0298-47-7502 FAX: 0298-47-7480

対して、No.2($R/t=78$)では $\delta/\delta_y=50$ 付近で載荷装置の制約により実験を終了するまで鋼板は破断しなかった。本実験の載荷方法は単調載荷であること、軸力を作用させていないことなどの

影響が考えられる

が、提案構造は非常に高い変形性能を有していることが確認できた。

図-2bの矩形断面については、鋼殻に継手を有するNo.5と有孔鋼殻合成構造のNo.7では、他のケースと異なり、鋼板の破断以前に耐力が低下している。

No.5では、継手に作用する引張力により継手に目開きが生じ、最終的には継手ボルトが破断しており、これらの影響で耐力が低下したものと考えられる。但し、 $\delta/\delta_y=10$ 付近までは、継手なしのNo.3のケースと同様の挙動を示し、最大耐力も継手なしと同程度である。No.7では、 $\delta/\delta_y=12$ 付近で圧縮側かぶりコンクリートが圧壊して耐力が低下し、その後、鋼板が破断した。No.7の鋼板破断時変位量は他のケースに比べて小さくなっているが、これは、鋼板の開孔位置が適切でなく、鋼殻のウェブ面とフランジ面の開孔部同士が接近して設けられていたことが原因と考えられる。

次に、図-3から断面内のひずみ分布を見てみると、矩形断面のNo.3では圧縮縁にあたるa位置に引張ひずみが生じているが、これは、圧縮鋼板に外に凸な局部座屈が生じ、鋼殻外面に曲げ引張ひずみが生じたためであり、No.5も同様の傾向であった。No.3のa位置を無視すれば、図-3に示した円形、矩形のいずれも、ひずみ分布はほぼ線形の分布となっており、断面の平面性が保たれていることがわかる。

(2) せん断耐力確認実験 荷重-変位関係を図-4に示す。図-4には、ファイバーモデルにより求めた曲げ耐力計算値と、コンクリートと鋼殻のせん断耐力を累加して求めたせん断耐力計算値を併せて示している。ここで、鋼殻の受け持つせん断耐力は、継手ボルトのせん断強度に支配されるものとして計算した。

図-4から、No.6の最大耐力はせん断耐力の計算値を大きく上回っており、提案構造はせん断力に対して高い安全性を有していることがわかる。No.6では曲げ耐力計算値とほぼ同じ最大耐力に達した後、耐力が徐々に低下した。No.6では、継手部に目開きとずれが生じ、最終的には継手ボルトがせん断破壊しており、最大荷重以降の劣化挙動はこれらに起因していると考えられる。

参考文献 1) 横田 他：鋼殻・コンクリートの合成構造を用いた高橋脚の橋脚部水平加力実験，土木学会第53回年次学術講演会，平成10年 2) 大本 他：鋼殻・コンクリートの合成構造を用いた高橋脚の基礎定着部加力実験，土木学会第53回年次学術講演会，平成10年 3) 合成柱研究会：合成橋脚とその計算例・解説—コンクリート充填方式合成柱の応用—，平成4年

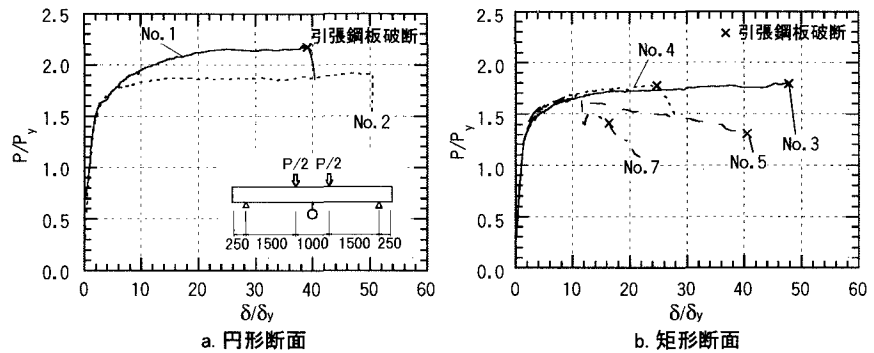


図-2 荷重-変位関係（曲げ耐力確認実験）

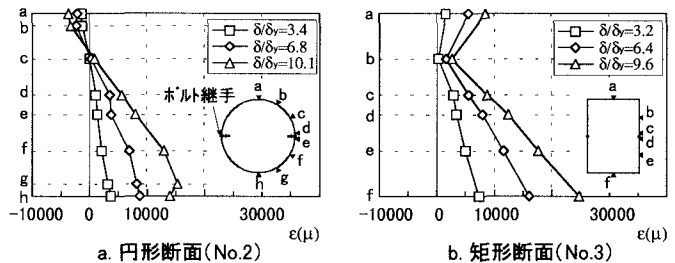


図-3 断面内ひずみ分布（曲げ耐力確認実験，中央断面）

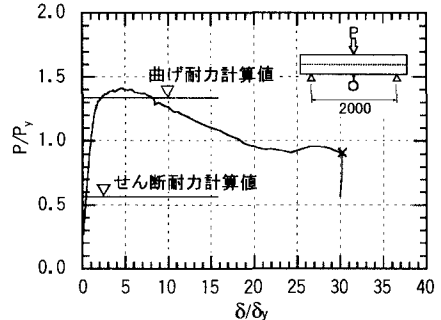


図-4 荷重-変位関係（せん断耐力確認実験，No.6）