

CS-177

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

熊谷組 正会員 ○横田聖剛* 伊藤洋 大本晋士郎 村田信之
住友金属工業 正会員 上條崇**

1. まえがき 高橋脚の省力化，急速施工，経済性を旨とした構造として鋼とコンクリートの合成構造が注目されている。著者らはこれらの観点から，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，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，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。これらの構造の曲げおよびせん断特性については基本性能実験により既に確認されている。今回の水平加力交番載荷実験では，橋脚部の耐力，変形性能を確認する目的（橋脚部確認実験）と基礎定着部の力学特性，耐力を確認する目的（基礎定着部確認実験）²⁾で，実橋を想定し縮尺1/9で製作した片持ち梁形式の橋脚供試体を用いて実施した。本稿では，前者の橋脚部構造性能確認実験について報告する。

2. 実験概要

(1) 供試体概要および諸元 鋼殻およびコンクリートの諸元を表-1に示す。供試体はPC2径間連続ラーメン箱桁橋における高さ30mの橋脚を想定し，モーメント分布が0となる位置で切り出した片持ち梁形式とした。なお，橋脚部構造性能は図-1に示すTYPE1,3，基礎定着部力学特性はTYPE1,2に着目した。鋼殻断面図を図-2に示す。

表-1 供試体諸元

	断面	載荷位置	鋼殻板厚	鋼板降伏点 σ_y	コンクリート強度	備考
TYPE1	矩形鋼殻 □50cm×50cm	230cm	t=3.2mm	353N/mm ²	42.1N/mm ²	
TYPE2	矩形鋼殻 □50cm×50cm	230cm	t=3.2mm	353N/mm ²	28.0N/mm ²	[基礎定着部確認実験] ²⁾
TYPE3	矩形有孔鋼殻 □50cm×50cm*	230cm	t=3.2mm	353N/mm ²	36.8N/mm ²	孔あき，開口率5% *被覆コンクリートt=5cm

(2) 載荷方法 実験装置を図-3に示す。

供試体フーチング部をPC鋼棒で床に固定し，678.6kN (2.7N/mm²)の一定軸力を供試体頭部に載荷した。水平加力は静的アクチュエーターにより柱頭部付近に載荷した。本実験は，最大曲げモーメントの生じる断面（柱下端）の鋼殻が降伏するまでは荷重制御により行い，降伏時の荷重載荷点の水平変位量を降伏変位（1 δ ）と定義した。降伏以降は，降伏変位の整数倍を片振幅とする変位制御により正負交番載荷（3サイクル）を行った。

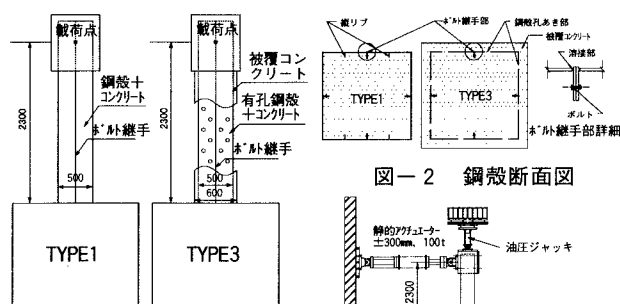


図-1 供試体正面図

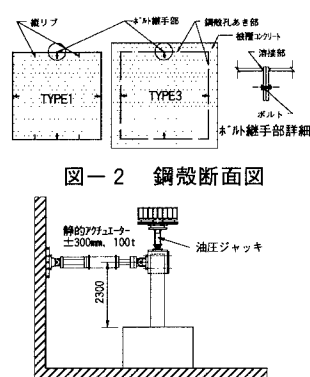


図-2 鋼殻断面図

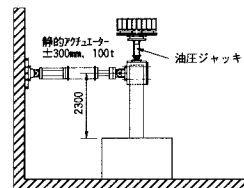


図-3 載荷装置図

3. 結果と考察

(1) 降伏時供試体性状 TYPE1, 3とも曲げ降伏先行型である。降伏箇所は，TYPE1では柱最下端の鋼殻であったが，TYPE3では柱基部より高さ15cmの位置に設けた有孔位置の鋼殻であった。

(2) 破壊性状 TYPE1, 3とも曲げで終局破壊に至っている。鋼殻によって脆性的なせん断破壊を防いでいるため，曲げ降伏を起こし曲げ破壊に至っている。終局時の鋼殻は，柱基部において引張荷重によって

キーワード：合成構造，複合構造，合成柱，橋脚

* 熊谷組 技術研究所 〒300-2651 茨城県つくば市鬼ヶ窪 1043 TEL: 0298-47-7502 FAX: 0298-47-7480

** 住友金属工業 建設技術部 〒314-0255 茨城県鹿島郡波崎町砂山 16 TEL: 0479-46-5128 FAX: 0479-46-5147

継手板の溶接部より水平亀裂が生じ、圧縮荷重によって鋼板が局部座屈している。

(3)荷重変位履歴曲線 TYPE1 および TYPE3 の荷重変位履歴曲線を図-4に示す。TYPE1 では、正載荷で4 δ 時、負載荷で6 δ 時に最大荷重に達し、その後復元力の大きな低下は見られない。しかし、+12 δ の1サイクルの最大変位直前において引張側鋼殻の継手板の溶接部からの亀裂によって荷重が低下した。柱基部の鋼殻が繰り返し曲げによって低サイクル疲労を起こしており、溶接部に亀裂が生じ進展したと思われる。TYPE3 では、正負とも4 δ で最大荷重に達し、その後各サイクルでの最大荷重は低下していくが粘りがあり急激な低下はしない。しかし、+6 δ の1サイクルの最大変位直前において圧縮側鋼殻継手部のボルト破断とともに荷重が低下した。なお、荷重増加とともに有孔位置の水平亀裂が大きくなるが柱の粘りはある。

(4)包絡線 TYPE1 と TYPE3 の包絡線の比較を図-5に示す。水平変位は、実験で得られた載荷位置での水平変位より定着部の鋼殻の伸び変形による基部回転成分を除去して求めた。TYPE1 と 3 の荷重を比較すると、4 δ までは微小ではあるが TYPE3 の方が上回っている。これは、TYPE3 では被覆コンクリートが構造耐力に寄与しているためである。また、2 δ 付近まではほぼ同様の挙動を示すが、2 δ 以降は TYPE3(有孔鋼殻)の方が耐力低下は若干大きい。この要因としては、被覆コンクリートのひび割れ進展やその後の剥離、また、剥離に伴い有孔による鋼殻の断面欠損の影響が相対的に大きくなることなどが考えられる。TYPE1, 3 に共通する耐力低下の要因としては、繰り返し荷重による内部充填コンクリートの強度低下、鋼殻に生ずる局部座屈、継手の目開きなどの影響が考えられる。

(5)構造耐力と耐震性能 実験値および計算値の構造耐力一覧を表-2に示す。終局変位は、荷重が降伏荷重を下回った時の変位とした。降伏荷重・降伏変位は材料試験結果をもとに求め、実験値と計算値はほぼ近い値が得られた。計算は道路橋示方書V耐震設計編(H8.12)のコンクリートを部分的に充填した鋼製橋脚の計算方法にそって実施した。本計算では、今回提案する合成構造は、コンクリートを完全に充填した鋼殻構造であることから、コンクリートの軸力負担も考慮している。じん性率はTYPE1, 3とも6.8~8.7の範囲で高い耐震性能がある結果が得られた。

4. まとめ

高橋脚をモデルにした薄肉鋼殻とコンクリートの合成構造の水平加力実験により、次の知見を得た。

- ①鋼殻合成構造、有孔鋼殻合成構造のいずれも、脆性的なせん断破壊を防ぎ曲げで降伏・破壊に至る。
- ②鋼殻合成構造、有孔鋼殻合成構造のいずれも、じん性率6.8~8.7と高い耐震性能を有している。
- ③この提案構造においては、今回行った構造計算の妥当性が確認された。

参考文献 1) 上條他：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，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

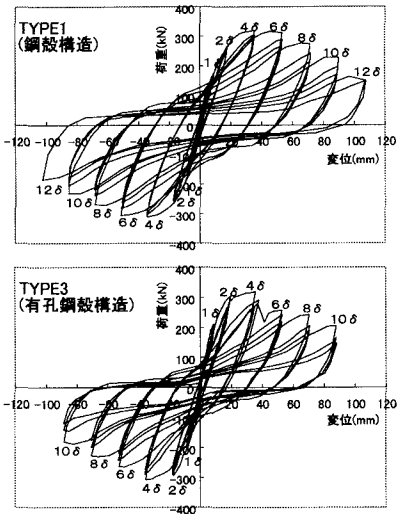


図-4 荷重変位履歴曲線

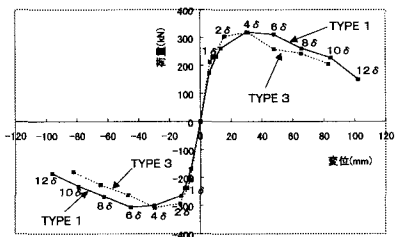


図-5 包絡線の比較

表-2 構造耐力一覧

【TYPE1】	正載荷	負載荷	計算
降伏荷重 P_y (kN)	233	-237	231
降伏変位 δ_y (mm)	10.6	-10.2	9.6
終局変位 δ_u (mm)	81.4	-76.3	—
じん性率 δ_u / δ_y	7.7	7.5	—

【TYPE3】	正載荷	負載荷	計算
降伏荷重 P_y (kN)	230	-239	221
降伏変位 δ_y (mm)	8.2	-8.6	9.5
終局変位 δ_u (mm)	71.5	-58.7	—
じん性率 δ_u / δ_y	8.7	6.8	—