

## CS 95

## 鋼製エレメントを用いた合成構造橋脚の力学特性

日本道路公団 正会員 松田哲夫、緒方紀夫、○村山陽  
新日本製鐵㈱ 正会員 今西直人、西海健二

## 1. はじめに

高規格幹線道路網の整備に伴い、橋梁が長大化するとともに橋脚の高さが100mにも及ぶ高橋脚の建設が必要となる。また、これに加えて建設労働者の高齢化・熟練工の不足等により、橋脚の施工において、従来のRC構造では鉄筋組立工等が工程上の問題になると考えられる。そこで、建て込みと継手施工に多くの労力と時間を必要とする鉄筋の欠点を改善するために、直線鋼矢板、形鋼および厚板を組み合わせてプレファブ加工した鋼製エレメントを鉄筋の代りに用いる工法の開発を行っている。本報告では、橋脚模型試験より得た合成構造橋脚の基本的な力学特性および設計法の考え方を述べる。

## 2. 試験概要

開口を有する鋼板の両端に継手を取り付けた鋼製エレメントモデルを連結閉合し、コンクリートを打設して、図1に示す合成構造試験体を作製した。また、比較のために断面形状および鋼材量を等しくしたRC構造試験体も作製した。試験体の軸方向鋼材比は3.3%、周方向鋼材比は0.22%である。試験体には、死荷重反力相当の鉛直荷重（40kgf/cm<sup>2</sup>）を載荷した状態で水平荷重を載荷した。載荷方法は、橋脚基部の引張側鋼材が降伏した時の試験体頭部の水平変位を降伏変位（ $\delta_y$ ）と定義し、3 $\delta_y$ までは3回、4 $\delta_y$ 以降は1回のサイクルで静的に正負交番載荷を行った。合成構造試験体に用いたコンクリートの圧縮強度は310kgf/cm<sup>2</sup>であり、鋼製エレメントモデルの降伏強度は3780kgf/cm<sup>2</sup>であった。一方、RC構造試験体のコンクリートの圧縮強度は375kgf/cm<sup>2</sup>であり、鉄筋の降伏強度は3570kgf/cm<sup>2</sup>であった。

## 3. 試験結果および考察

## (1) RC構造との比較

図2に両試験体により得られた水平荷重-頭部水平変位履歴曲線の包絡線を降伏耐力と降伏変位で正規化したものを示す。両試験体ともに、塑性率2付近で最大荷重に達した後、塑性率6で圧縮側鋼材の座屈により破壊に至った。合成構造は、最大荷重以降の塑性率5まで最大耐力の90%以上を保持し続けているが、全体的にはRC構造とほぼ同様の力学特性を有していると言える。

両試験体の降伏時および最大荷重時の軸方向鋼材ひずみ分布図を図3に示す。両試験体の降伏時ひずみ分布は、作用モーメントと線形関係にあり、良く一致している。また、最大荷重時のひずみ分布は、RC構造の基部でかなり大きな塑性ひずみが発生しているが、鋼材が塑性化した領域は基部より50cmと両試験体で一致している。このことから、鋼製エレメントの軸方向鋼材がRC構造における主筋と同様に機能していることがわかる。次に、

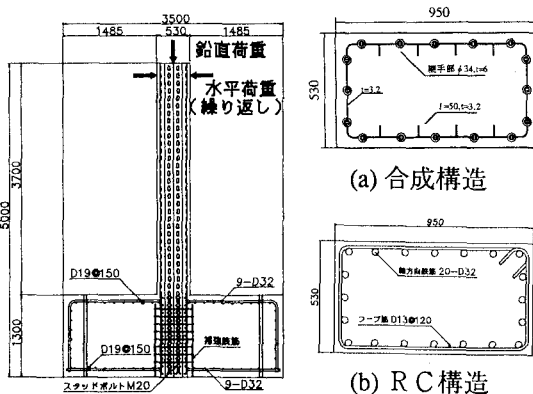


図1 試験体形状図

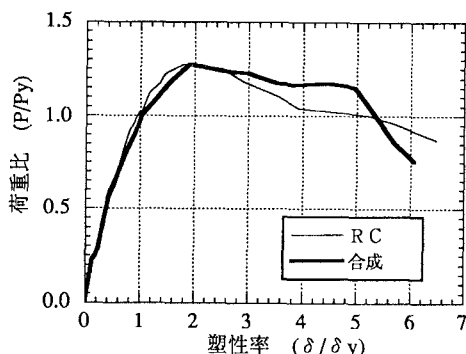


図2 塑性率-荷重比関係

表1 耐力比較

| 試験体     | RC構造             |                  |                  |                  | 合成構造             |                  |                  |                  |
|---------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
|         | 降伏<br>荷重<br>(tf) | 最大<br>変位<br>(mm) | 終局<br>荷重<br>(tf) | 終局<br>変位<br>(mm) | 降伏<br>荷重<br>(tf) | 最大<br>変位<br>(mm) | 終局<br>荷重<br>(tf) | 終局<br>変位<br>(mm) |
| 実験値     | 39.1             | 22.1             | 49.1             | 107.0            | 41.2             | 27.5             | 52.5             | 151.0            |
| 解析値     | 36.1             | 22.9             | 42.9             | 36.3             | 39.6             | 25.9             | 46.2             | 37.3             |
| 解析値/実験値 | —                | —                | —                | —                | —                | 40.2             | —                | —                |
| 実験値/解析値 | 1.08             | 0.97             | 1.14             | 2.95             | 1.04             | 1.06             | 1.14             | 4.05             |

降伏時における試験体基部断面内の鋼材およびコンクリートの軸方向ひずみ分布図を図4に示す。これより、断面内のひずみ分布は、解析値と良く一致しており、平面保持が成立していることが確認できる。

## (2) 解析法の検討

表1に両試験体の耐力比較を示す。表中の解析値は、鋼製エレメントの開口部を除いた鋼材を軸方向鉄筋換算し、道路橋示方書・耐震設計編に示す手法（以下道示法と称す）により算出した値である。両試験体の降伏時及び最大荷重時の荷重、変位はほぼ等しい値であった。

図5は、合成構造試験体の実験による荷重変形関係と道示法による解析値を図示したものである。最大荷重時で若干のズレがあるものの、解析値は降伏時の値及びそれ以降の剛性が一致している。この傾向は、RC構造においても同様であった。

一方、合成構造試験体の終局耐力を累加強度法により算定した値は  $P_u=40.2\text{tf}$  であり、道示法の方が実験値に近い値を示している。以上のことから、鋼製エレメントを用いた合成構造は、道示法により荷重変形関係を算出しても良いと考えられる。また、耐力及び変位の実験値が解析値より大きくなるのは、エレメントによる内部コンクリートの拘束効果と基部に塑性ヒンジが形成されているためと思われる。

## (3) ひび割れ性状

図6に両試験体の載荷面における  $\delta y$  変形時のひび割れ発生状況を示す。両試験体の曲げひび割れ間隔は、RC構造で10cmであるのに対し、合成構造では開口間隔の影響によりほぼ2倍の20cmであった。一方、耐久性に影響を及ぼすと考えられる残留ひび割れ幅（水平荷重が0の時の値）は両試験体でほぼ等しく、1  $\delta y$  の繰返し載荷完了後の値は0.1mmであり、2  $\delta y$  載荷完了後の値は0.8mmであった。

## 4. まとめ

以上の橋脚模型試験により下記の力学特性を把握することができた。

- ① 鋼製エレメントを用いた合成構造は、RC構造と同等の力学特性を有している。
- ② 鋼製エレメントの軸方向鋼材を鉄筋として換算することにより設計できる。

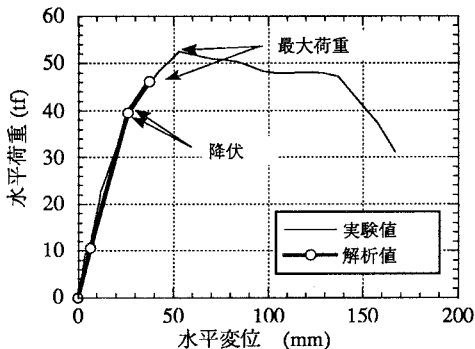


図5 荷重変形関係

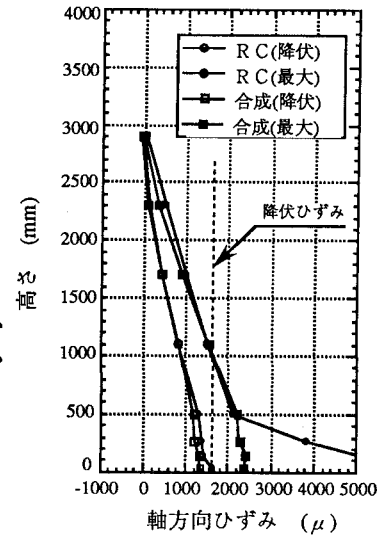


図3 軸方向ひずみ分布図

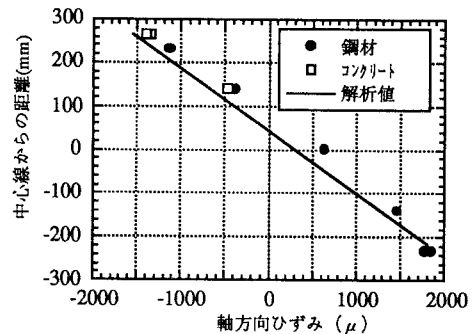


図4 断面内ひずみ分布図

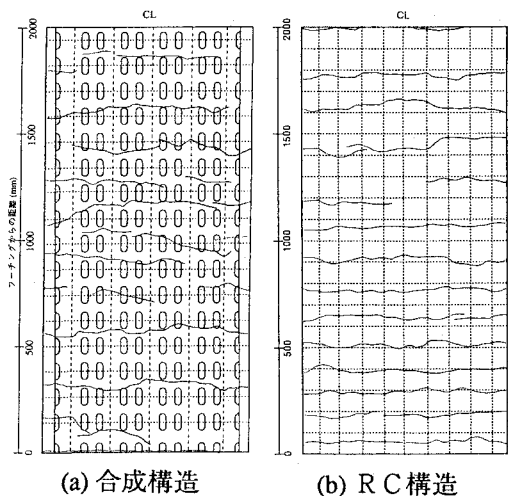


図6 ひび割れ状況図