

主鉄筋と鋼管の比が鋼管・コンクリート合成構造橋脚の耐荷挙動に与える影響

三井建設（株） 正会員 篠崎 裕生・田村 多佳志
日本鋼管（株） 正会員 岡本 隆・水谷 慎吾

1. はじめに

コンクリートとの付着を良くするために、鋼管外面に突起を付けた外面リブ付鋼管を橋脚コンクリート断面内部に埋込み、合成構造とする省力化工法を開発してきた¹⁾²⁾。これまで、鋼管が2本配置された柱模型試験体の水平力交番載荷試験等により、本合成構造がRC構造と比較して大きな塑性率まで最大耐力を保持し、優れたじん性を発揮することを確認している²⁾³⁾。本論では、断面内に複数段・列の鋼管が配置された比較的扁平な断面を有する柱模型試験体の水平力交番載荷試験により、鋼管と軸方向鉄筋の耐力負担比率，すなわち主鉄筋と鋼管の断面積比 (γ) が耐荷挙動に与える影響を検討した。

2. 試験の概要

図-1に試験体形状寸法を、表-1に試験体諸元を示す。

試験体は、鋼管8本を長辺方向に4列に並べた縦横比1:2.5の断面とし、短辺方向に加力した。 γ は39%と96%の2ケースとし、試験体材料の規格値を用いて算出した最大耐力が、両者ではほぼ等しくなるように設定した。両試験体とも鋼材量は、引張り鋼材（鋼管+軸方向鉄筋）比 $p_t \approx 1.0\%$ 、帯鉄筋比 $P_w \approx 0.2\%$ と実橋脚に近い比率とし、中間帯鉄筋は鋼管間に2本ずつ配置した。

加力は、鋼管と主鉄筋のいずれかが降伏ひずみに達した時の変位 δy の整数倍の各変位振幅に対して正負3回ずつ繰返し行った。試験時のコンクリート強度は約 30N/mm^2 、鋼管および主鉄筋の降伏強度はそれぞれ 291N/mm^2 、 $385\sim 392\text{N/mm}^2$ であった。

3. 実験結果および考察

図-2(a)、図-2(b)にそれぞれの試験体の荷重-変位曲線を示す。両試験体とも鋼管→主鉄筋の順に降伏した。F-1試験体は、 $12\delta y$ 以降にかぶりコンクリートの剥落が進み、 $14\delta y$ で主鉄筋の破断を伴って耐力が低下した。F-2試験体では、 $10\delta y$ においてかぶりコンクリートの一部剥離と主鉄筋の破断がみられ、 $11\delta y$ で破断する鉄筋の本数が増えて耐力が低下した。

表-2に、試験結果および材料試験結果を用いて道路橋示方書V⁴⁾に準じたRC方式により算出した計算結果を示す。表より、鋼管降伏時の荷重・変位および最大荷重の計算値は、試験結果を1割程度安全側に評価した。また、変位の計算値は試験結果

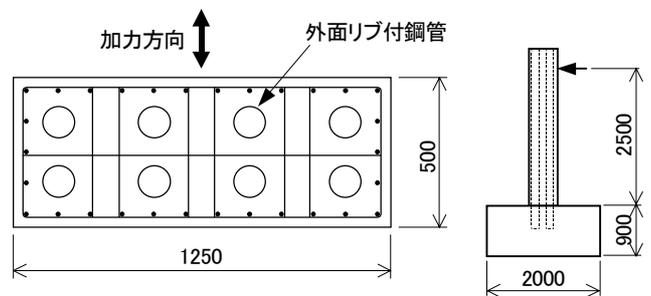


図-1 試験体形状寸法

表-1 試験体諸元

試験体	鋼管	軸鉄筋	帯鉄筋	γ (%)
F-1	$\phi 101.0 \times 2.5t$	30-D16	D6 @85	96.3
F-2	$\phi 114.3 \times 3.5t$	30-D13	D6 @85	39.0

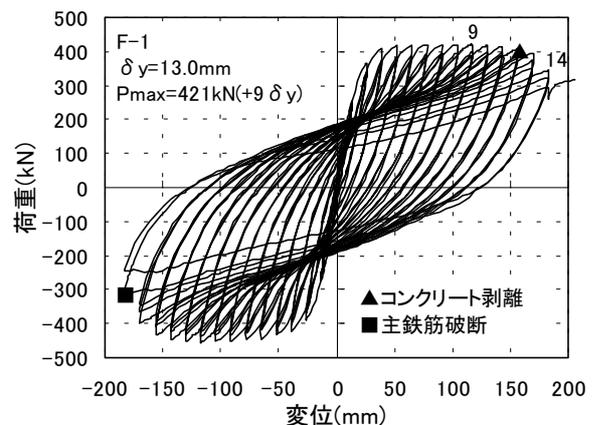


図-2(a) 荷重-変位関係(F-1)

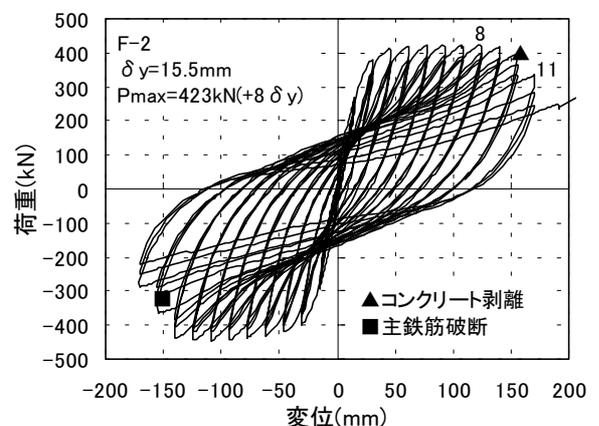


図-2(b) 荷重-変位関係(F-2)

キーワード：外面リブ付鋼管、合成構造橋脚、じん性

連絡先：〒270-0132 千葉県流山市駒木 518-1 TEL0471-40-5202、FAX0471-40-5216

表-2 実験結果一覧

試験体	F-1	F-2
鋼管降伏荷重(kN)	254(233)	269(233)
最大荷重(kN)	421(361)	423(360)
鋼管降伏変位(mm)	13.0(13.6)	15.5(14.2)
最大荷重時変位(mm)	117(112)	124(98)
終局時変位(mm)	169(138)	154(135)

注1: ()内は計算値, 注2: 変位計算値はフーチングからの鋼材の伸び出しを考慮し, 終局時変位については補正降伏変位の6倍とした, 注3: 終局時変位の実験値は計算耐力を下回った時点の変位,

と良く一致している。

図-3に, 計算耐力および補正降伏変位で正規化した荷重-変位の包絡線を示す。図より, 断面の扁平さと複数本の鋼管配置および主鉄筋と鋼管の耐力負担比 (γ) を変えた場合でも, 計算降伏変位に対して終局塑性率 10 以上という十分なじん性があることが確認できた。

図-4に最終ひび割れ状況を示す。ひび割れの本数や進展の仕方などは両試験体でほぼ同じであるが, 基部コンクリートの剥離は γ の大きい (鋼管量の少ない) F-1 試験体の方が広い範囲にわたっており, コンクリートの圧縮降伏にともなう体積膨張が F-1 試験体の方が早く進行したと考えられる。このことは, γ (コンクリートと鋼管の耐力負担) が異なると, RC 部分の損傷の程度も異なることを示している。

図-5は, 柱基部より高さ 25cm の断面における帯鉄筋のひずみ (5 計測点の平均) を示す。両試験体ともに, 荷重の増加および塑性率の増加に伴いひずみが増加しているが, その最大値は基部の損傷が比較的大きい F-1 試験体の方が大きく, 帯鉄筋の負担が大きいことを示している。

図-4, 図-5から, 基部の損傷程度や帯鉄筋の負担に γ の影響が見られることが分かった。しかしながら, 耐力低下の主要因である主鉄筋の破断はほぼ同じ塑性率で発生しており, 結果的にじん性に関しては γ の影響が小さいものとなった。これらの諸事象を含めて本合成構造の損傷メカニズムに関しては, 現在, FEM 解析等により検討中である。

参考文献

- 1) 福本, 川端, 久, 田村, 篠崎: 鋼管・コンクリート合成構造橋脚 (ML工法) の設計・施工、橋梁と基礎、Vol. 33, No. 3, 1999. 3,
- 2) 跡部, 田村, 岡本, 水谷: プレキャストセグメントと鋼管からなる合成構造橋脚の力学特性に関する研究, コンクリート工学論文集, 第6巻, 第2号, pp.107-116, 1995.7
- 3) 篠崎, 三上, 岡本, 水谷: 鋼管を用いた合成構造橋脚定着部の耐荷性状, コンクリート工学年次論文報告集, Vol.18, No.2, pp.1313-1318, 1996
- 4) 日本道路協会: 道路橋示方書・同解説V耐震設計編, 1996.12
- 5) 篠崎, 田村, 岡本, 水谷: 外面リブ付鋼管・コンクリート合成構造橋脚模型の水平力交番載荷試験, コンクリート工学年次論文報告集, Vol.23, 2001 (投稿中)

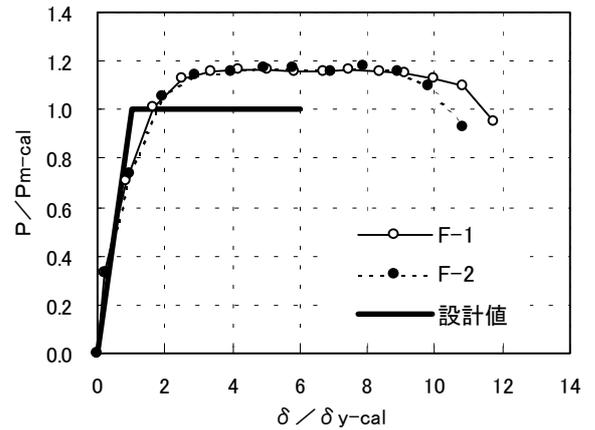


図-3 包絡線の比較

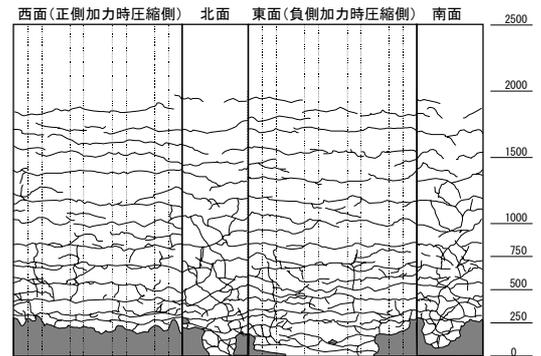


図-4(a) 最終ひびわれ図(F-1)

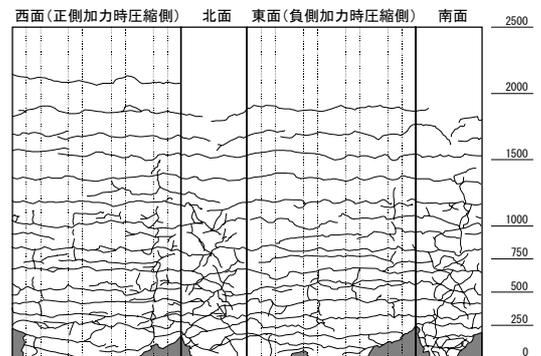


図-4(b) 最終ひびわれ図(F-2)

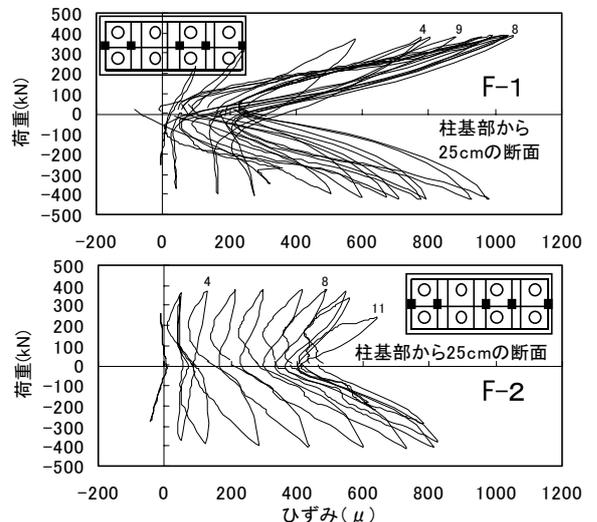


図-5 帯鉄筋ひずみ