

コンクリート充填鋼管を用いた長大複合斜張橋用合成桁の曲げ載荷試験

鹿島技術研究所 正会員 古市 耕輔¹⁾

鹿島技術研究所 正会員 吉田健太郎¹⁾

新日本製鐵(株) 正会員 富永 知徳²⁾

新日本製鐵(株) 正会員 松岡 知巳²⁾

1. はじめに

最近、各方面において、構造性能の改善や合理化並びに施工の省力化に伴うコスト縮減の観点から、鋼とコンクリートの各々の長所を取り入れた合成構造や混合構造(併せて複合構造と略す)への関心が高まってきている。このような中で、著者らは、従来主に柱部材に適用されてきたコンクリート充填鋼管(以下、充填鋼管と略す)の軸圧縮耐力に優れた構造特性に注目し、軸力の卓越する斜張橋主桁に充填鋼管を用いたコンクリート充填鋼管合成桁の開発を行ってきた^{1) 2)}。本論文では、斜張橋用の主桁として用いる充填鋼管の変形性状と終局強度を把握することを目的として、軸力が導入された場合の充填鋼管合成桁の曲げ載荷試験を実施し、ファイバーモデルによる供試体の変形性状の再現と終局強度式の提案を行った。

2. 試験概要

(1) 供試体の種類及び材料

供試体数は、軸力なし(以下、No.1 供試体と略す)と軸力あり供試体(以下、No.2 供試体と略す)の2体とした。No.2 供試体の導入軸力は、規格累加軸耐力の約1割に当たる 784 kN とした。軸力の導入は、写真-1に示すように、供試体の外側に配置したPC鋼棒により行った。供試体断面形状を図-1に、供試体側面図を図-2に示す。供試体長さは、スパン 4.0m(全長 5.0m)とした。

鋼管は、外径 355.6mm、板厚 6.4mm(径厚比 56)の STK400 を用いた。床版部の軸方向鉄筋は、D 6 を床版コンクリート断面積比約 0.63%となるように配置した。床版コンクリートは、幅 60cm、厚 10cm とした。各材料試験結果を、表-1 及び 2 に示す。

鋼管と床版の合成化を目的とし、高さ 70mm、軸径 13mm の頭付スタッドを、鋼管上に 1 列当たり 3 本、140mm ピッチで 35 列配置した。

なお、支承箇所及び鋼管の端部には、充填コンクリートのずれ防止のためダイヤフラムを設けた。

(2) 試験方法

試験方法は、図-2に示すように、せん断スパン 1.5m の二点曲げ載荷試験とした。各供試体とも試験時の載荷ステップは正曲げ方向への静的片振り繰返し載荷とし、初期載荷として 60 kN、次に No.1

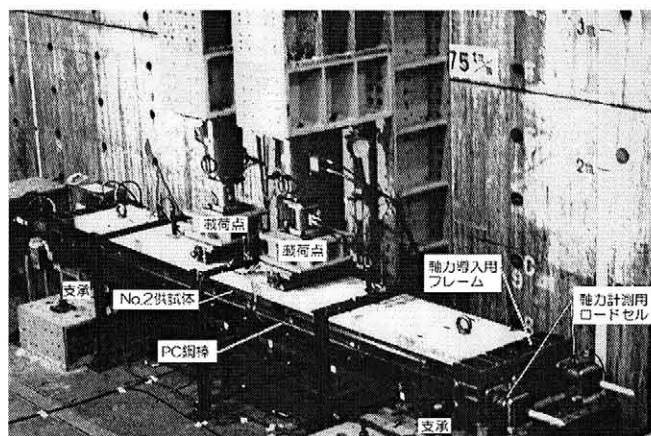


写真-1 載荷及び軸力導入装置

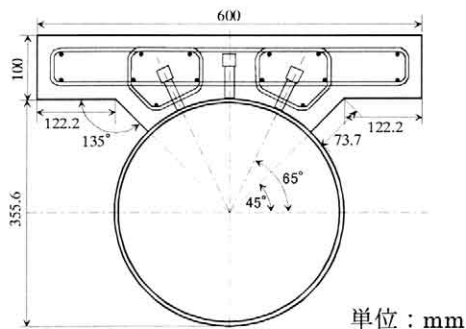


図-1 供試体断面図



図-2 供試体側面図

キーワード: 斜張橋, 複合構造, 鋼管, 合成桁

1) 〒182-0036 調布市飛田給 2-19-1 TEL0424-89-7076

2) 〒293-8511 富津市新富 20-1 TEL0439-80-3124

表-1 鋼管、鉄筋の試験結果

項目	降伏点又は耐力	引張強さ	伸び
	N/mm ²	N/mm ²	%
鋼管	378	506	35
床版鉄筋	347	506	20.4

供試体の鋼管実降伏荷重、最後に終局荷重(=最大荷重)の確認と終局荷重以降の変位進展状況の確認を行った。

3. 試験結果及び考察

(1) 変形状

実験における載荷荷重 P と中央断面変位 δ 関係、とファイバーモデルによる解析結果を図-3に示す。充填コンクリートの圧縮強度及び鋼管の降伏強度には、鋼管の拘束効果を以下により考慮することとした³⁾。

$$f'_{cdp} = f'_{cdp} + Kc \left(\frac{t}{R_{po}} \right) f_{sy}, Kc = akc \quad (1)$$

$$f'_{sy} = \frac{f_{sy}}{2} (\sqrt{4-3a^2} - a), f_{sy} = -\frac{f_{sy}}{2} (\sqrt{4-3a^2} + a) \quad (2)$$

ここで

f'_{cdp} : 充填コンクリートの拘束効果を考慮した圧縮強度

f'_{cdp} : 充填コンクリートの1軸圧縮強度

R_{po} : 鋼管外半径

t : 鋼管板厚

f'_{sy} : 2軸を考慮した鋼管の圧縮降伏強度

f_{sy} : 2軸を考慮した鋼管の引張降伏強度

f_{sy} : 1軸の鋼管の降伏強度

各供試体とも、ファイバーモデルによる解析値は曲げ載荷試験結果とほぼ一致しており、拘束効果を考慮した1軸の応力-ひずみモデルを用いることで変形状をシミュレーションできることが分かった。

(2) 終局強度

拘束効果を考慮した全塑性理論において仮定した応力モデルを、図-4に示す。曲げ載荷試験の各供試体の終局強度と、拘束効果を考慮した全塑性理論により算出した終局強度(N-M 曲線)を図-5に示す⁴⁾。各供試体とも実強度で拘束効果を考慮したN-M 曲線上にあり、制度良く充填鋼管合成桁の終局強度の算出が可能であることを確認できた。ただし、今回の実験範囲を大きく超えるような軸力が作用する場合は、追加の検討が必要である。

表-2 コンクリートの圧縮強度試験結果

供試体	床版コンクリート		充填コンクリート	
	圧縮強度	弾性係数	圧縮強度	弾性係数
	N/mm ²	kN/mm ²	N/mm ²	kN/mm ²
No.1	42.1	31.5	42.6	32.2
No.2	45.5	31.7	51.4	32.5

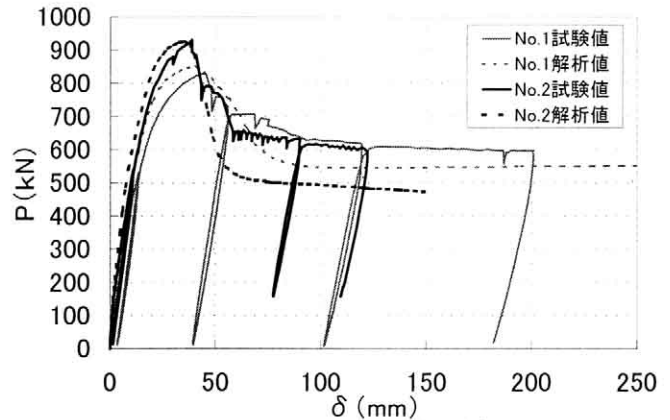


図-3 荷重-変位曲線

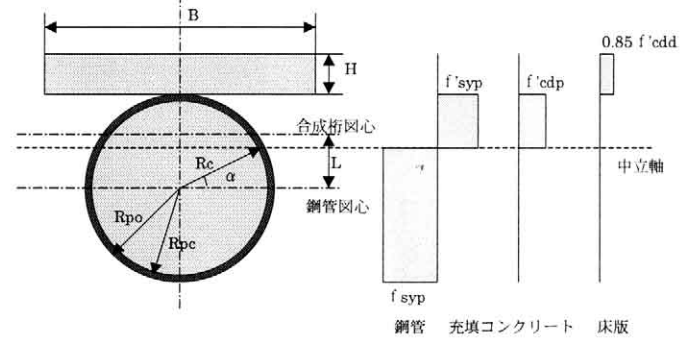


図-4 応力モデル

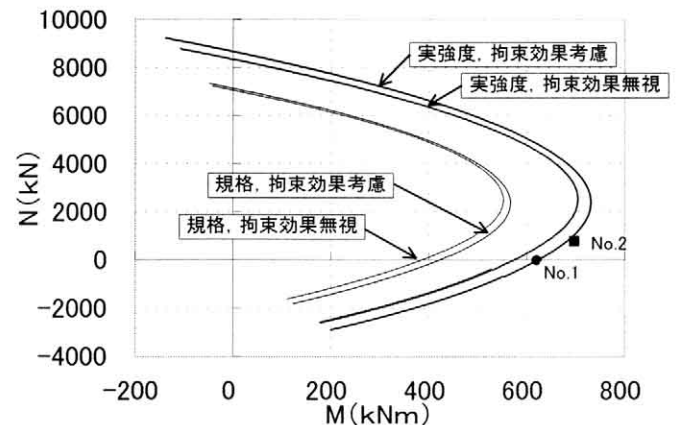


図-5 供試体のN-M 曲線

参考文献

- 1) Masayuki OKIMOTO, Tomonori TOMONAGA, Yoshihiro HISHIKI, Kousuke FURUICHI: Long-span Composite Cable-Stayed Bridge with New Hybrid Girder, IABSE SYMPOSIUM, pp.149-154, 1998.
- 2) 吉田健太郎, 日紫喜剛啓, 古市耕輔, 沖本真之: コンクリート充填鋼管を用いた長大複合斜張橋の終局強度と変形状, 構造工学論文集, Vol.46A, 2000.
- 3) (社) 新都市ハウジング協会: CFT 構造技術指針・同解説, pp.38-41, 1997.
- 4) 土木学会: 鋼構造物設計指針 PART B 合成構造物, pp.48-51, 1997.