

CS-186

コンクリート充填鋼管桁のPC鋼線による補強効果に関する実験

日本鉄道建設公団 正会員 保坂 鉄矢1)
 日本鉄道建設公団 正会員 堀地 紀行2)
 新日本製鐵 正会員 西海 健二3)
 早稲田大学理工学部 フェロー 依田 照彦4)

1. はじめに

既製の鋼管(UO鋼管)を主桁に用いた鋼管主桁橋梁は鋼材加工度の低減が期待でき、連続桁などの不曲げが卓越する領域には部分的にコンクリートを充填することにより、桁高を低く抑えることが可能である。現在のUO鋼管の製造可能サイズ($D=1420\text{mm}$, $t=32\text{mm}$, STK490)では支間長35m程度が適用限界であるが、断面力が卓越する区間は支点近傍の局所である。従って、断面力が卓越する区間のみを補強すれば鋼管主桁橋梁の適用範囲拡大が可能である。補強方法として(1)補強鋼材を配置、(2)材料強度の向上などが考えられるが、プレストレスを導入した場合にも補強効果があるとの報告もある¹⁾。そこで、コンクリート充填鋼管にプレストレスを導入した場合の補強効果を確認することを目的に、部材曲げ試験を実施した。

2. 実験概要

試験体は表1に示すように、直径609.6mm板厚7.9mmの鋼管内に配合強度 30N/mm^2 の普通コンクリートを充填し、引張側にPC鋼線(SWPR7B, $\phi 12.7$)を3本配置した試験体の曲げ荷重試験(図

1)とし、プレストレスを導入しない試験体(PP-1)と、PC鋼線に 396kN (132kN/本)のプレストレスを導入した試験体(PP-2)の2体の荷重試験を実施した。また、PC鋼線による鋼材断面面積増加の影響を比較するために以前実施した同形状でPC鋼線の無い試験結果²⁾との比較を行った。荷重試験は図1に示すように2点荷重の曲げせん断試験とし、荷重中に試験体のたわみおよび鋼管・コンクリートのひずみの計測を行った。

3. 試験結果および考察

図2に試験で得られた荷重荷重-中央部たわみ関係を示す。両試験体とも鋼管下端が降伏応力度に達した(PP-1: $P=980.3\text{kN}$, PP-2: 1018.7kN)後も耐力が上昇し、プレストレス無し試験体(PP-1)は 1600kN で、プレストレス有り試験体(PP-2)は 1800kN で剛性が低下し変形の増大が顕著になった。その後は変形の増大に伴い荷重が微増し、プレストレス有り試験体(PP-2)はたわみが 180mm に達した時にPC鋼線の破断が発生し荷重が低下したが、プレストレス無し試験体(PP-1)では 220mm まで荷重したがPC鋼線の破断は生じていない。最大荷重はPP-1が 2097.5kN 、PP-2が 2148.1kN とほぼ同じであった。

PC鋼線を配置していない試験体(PH-6)との比較を図3に示す。PH-6はPC鋼線以外の試験体形状は同じであるが材料特性が異なるため、図3では鋼管下端が降伏した荷重(P_y)とその時のたわみ量(D_y)で正規化した。プレストレスの有無に関わらず、PC鋼線を配置した試験体はほぼ同じ挙動を示す。一方、PC鋼線の無い試験体(PH-6)の

表1 試験体諸元

試験体	試験条件			材料試験結果			
	鋼管	充填材	PC鋼線	プレストレス Pc (kN)	鋼管 Fy (N/mm ²)	PC鋼線 Py (kN)	コンクリート Fc (N/mm ²)
PP-1	D=609.6mm	普通コンクリート	SWPR7B	0	326	199	37.2
PP-2	t=7.9mm	30N/mm ²	φ 12.7x3	396	336	199	36.7
PH-6	STK400		----	----	364		44.9

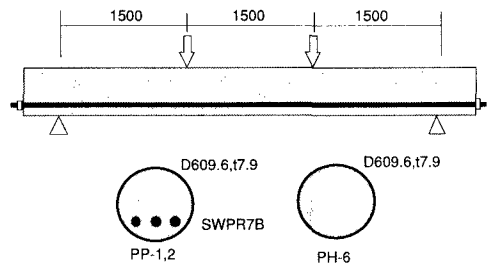


図1 試験体形状

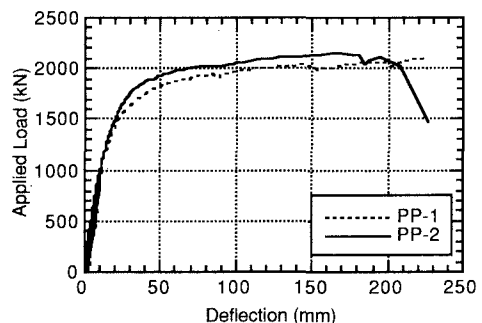


図2 荷重-たわみ関係図

キーワード：橋梁構造、コンクリート充填鋼管、合成構造、プレストレス

- 1) 〒100-0014 東京都千代田区永田町2-14-2 Tel. 03-3506-1860 Fax 03-3506-1891
 2) 〒460-0008 愛知県名古屋市中区栄1-6-14 Tel. 052-231-2855 Fax 052-231-0036
 3) 〒293-8511 千葉県富津市新富20-1 Tel. 0439-80-2198 Fax 0439-80-2745
 4) 〒169-0072 東京都新宿区大久保3-4-1 Tel. 03-5286-3399 Fax 03-5286-3399

最大耐力は、今回の試験より15%低くなっている。従って、PC鋼線の補強は引張鋼材の付加により最大耐力は上昇するが、プレストレス量の違いが最大耐力に及ぼす影響は小さいと考えられる。

図4に3体の試験において載荷荷重が500kN時における断面内のひずみ分布図を示す。図中には鋼管のひずみのみより算定した近似直線を示す。圧縮側のコンクリートひずみが若干小さな値であるが、ほぼ平面ひずみ保持が成立している。また、同じ荷重に対して、PC鋼線の無いPH-6の鋼管に大きなひずみが発生している。また、プレストレスを導入したPP-2の方がわずかにプレストレスの無いPP-1よりひずみが小さい。以上のことより、プレストレスの導入により同じ荷重に対して発生ひずみの低減が期待できる。

鋼管およびPC鋼材を鉄筋に置き換えて鋼とコンクリートの平面ひずみ保持を仮定した、鉄筋コンクリート手法による解析を行った。解析に用いた鋼管の材料モデルは、弾性限界・降伏応力度・最大応力度で折れ曲がるマルチニアモデルとし、PC鋼材の材料モデルはバイリニアモデルとした。コンクリートの材料モデルは、JR標準に示されるモデルとしたが、終局ひずみは 3500μ と 5000μ の2水準で比較した。また、プレストレスの初期モーメントによるひずみを初期ひずみとして考慮した。

解析と実験より得られた、モーメントー曲率関係を図5に示す。実験結果の曲率は純曲げ区間の鋼管ひずみより求めた。解析値と実験値を比較すると、解析値は実験値より5~10%程度低い値となる。これは、充填コンクリートの拘束効果および鋼管の二軸引張による加工効果の影響と考えられるが、基本的に安全側の値を算定することが可能である。また、実験で得られた最大荷重は解析値の終局状態より30~60%高い値となり、設計上は本解析により十分安全側に評価できると考えられる。

4. まとめ

プレストレスを導入したコンクリート充填鋼管桁の曲げ試験の結果、以下のことが明らかとなった。

(1) プレストレス導入は、鋼管の発生ひずみを抑制し、降伏

荷重はプレストレスの無い桁に比べてわずかに増大するが、終局耐力はほぼ等しくなる。

(2) プレストレスを導入した試験体は、鋼管降伏以後も曲げ剛性が急激に低下しない。

(3) PC鋼線の無い試験体との終局耐力を比較すると、PC鋼線の配置により鋼材断面積増加に伴う耐力上昇が認められる。

(4) 鋼管を鉄筋に換算して平面ひずみを仮定した解析手法により、曲げ性能を評価可能であるが、終局耐力は実験値より30%低く算定することになる。

以上の結果より、PC鋼材の配置により鋼材面積の増加分耐力は増大するが、プレストレスの導入による耐力増加は期待できない。しかし、プレストレスの導入により同荷重レベルでの変形量は小さくなるので、床版部のひび割れ幅の低減が期待できる。

参考文献

- 1) 小林ら：プレストレス鋼管コンクリートの耐力力試験、コンクリート工学年次論文報告集、Vol.17, No.2, 1995
- 2) 保坂ら：圧縮強度およびヤング係数の異なるコンクリート系材料を充填した鋼管の曲げ性能に関する実験的研究、構造工学論文集、Vol.44A, pp.1565-1573, 1998

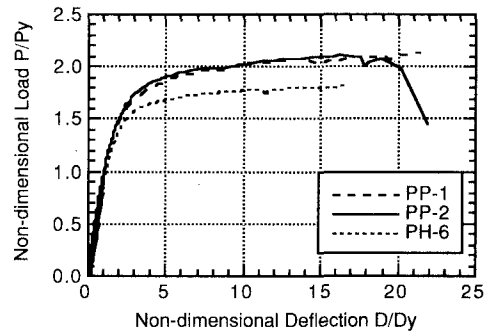


図3 正規化した荷重-たわみ関係図

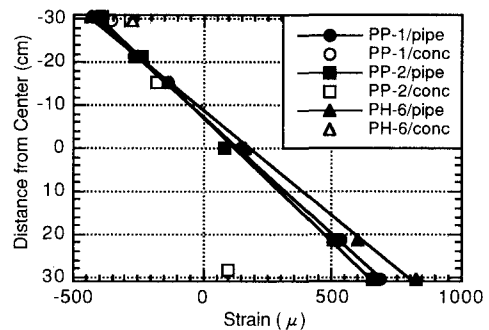


図4 断面内ひずみ分布図 (P=500kN)

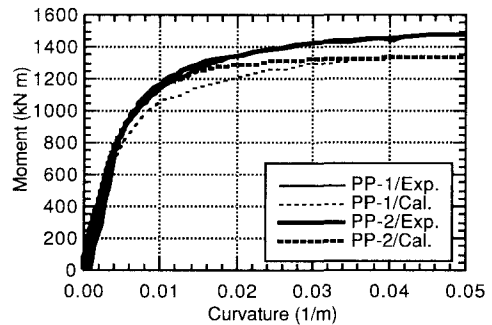


図5 解析値との比較図