

高強度PC線材を使用したPC床版の開発

新日本製鐵株式会社 正会員○杉本 雅一
鈴木金属工業株式会社 市原 哲也

1. はじめに 近年、中規模橋梁の合理化の方策として、主桁の数を減らした構造が採用されるケースが増えてきており、これに伴い橋軸直角方向にプレストレスを導入したPC床版の需要も高まってきている。このPC床版を合理化するために、筆者らは独自に開発した高強度PC鋼材を利用することで従来より少ない本数で必要なプレストレスを与えた床版を実現する手掛かりとして、PC床版の静的載荷比較試験を実施した。

2. 高強度PC鋼材 今回、高強度(310K)材を

表-1 高強度(310K)材の化学成分

PC 床版横締用に汎用されている 19 本撚りφ21.8 mm で試作した。近年の鋼製造技術および2次加工技術の進歩により、過共析鋼(C≥0.90%)にSi、Crを添加した化学成分系で、比較材(JIS G3566 SWPR19L)とほぼ同一な製造工程で、15%アップの高強度化が達成できた。なお、試作材の化学成分、撚線の機械的性質は表-1,2 のとおりである。また、撚線の製造工程は以下のようである。

線材 — 酸洗・造膜 — 伸線 — 撚り加工
— ホットストレッチング — アフターボンド被覆加工

鋼 種	化 学 成 分 (%)					
	C	Si	Mn	P	S	Cr
高強度材 98A-Si-Cr 鋼	0.98	1.20	0.33	0.010	0.005	0.19
比較材 SWRS82B	0.83	0.19	0.74	0.014	0.013	0.01

表-2 高強度(310K)材および比較材撚線の機械的性質

強度区分 (撚り線径)	引張 荷重 (kN)	引張 強さ (Mpa)	0.2%永久 伸びに対す る荷重(kN)	降伏 強さ (Mpa)	降伏 比(%)	伸 び (%)
310K 材(φ21.8)	687	2179	642	2035	93.4	6.4
270K 材(φ21.8)	605	1920	557	1768	92.1	6.6
270K 材(φ28.6)	958	1799	881	1654	92.0	5.3

4. PC床版静的載荷試験概要 ①高強度φ21.8mm撚線のPC床版が同じ張力を導入した従来強度φ28.6mm撚線のPC床版と同等以上の性能があるか? ②PC鋼材の高強度化により配置ピッチを飛ばすことで床版の性能が変わるか? を確かめるために、現場施工管理が簡単でシース径の小さいアフターボンドPC撚線を使用したPC床版の載荷試験を実施した。試験体の平面寸法は2.5m×3m(単純支持間隔;2.2m)とし、床版厚は道示Ⅲ5.4.2の最小全厚の規定に従って、以下のよう決定した。

$$(4 \times l + 11) \times 0.9 = (4 \times 2.2 + 11) \times 0.9 = 17.8 \rightarrow 18 \text{ cm}$$

使用材料は、コンクリート(基準設計強度;400kg/cm²)、PC鋼撚り線、補強鉄筋(道示に従い床版の上縁および下縁の支間方向・支間直角方向に配置)、PC鋼定着金物などである。

PC鋼撚り線は、単純支持間隔2.2mの径間中央に10tonfの集中荷重(10トン輪荷重想定)を作用させたときにコンクリート応力が許容範囲内に収まるようなプレストレスを与える。試験体3体の概略諸元を表-3に示す。φ21.8mm270K材を使用したオーソドックスなREG-A(図-1)に対して、総プレストレス量が

表-3 載荷試験体の概要

等しくなるようにHI(φ21.8mm310K)およびREG-B(φ28.6mm270K材)のPC鋼材配置間隔を設定した。載荷は図-2に示すように、支持間隔L=2200mmに対して中央からの偏心距離x=0,L/8,2L/8,3L/8の4パターンで実施した。載荷荷重はx=0,L/8のパターンでは0→5→0→10→0→15→0tonfの手順で、x=2L/8,3L/8のパターンでは0→5→0→10→0→15→0→20→0tonfの手順で暫増暫減載荷を行ない、各位置の変位と歪を計測した。

試験体名		REG-A	REG-B	HI
PC鋼材強度	—	270K	270K	310K
より線径	mm	21.8	28.6	21.8
PC鋼材間隔	cm	25.0	28.6	28.6
プレストレス中のPC鋼材応力	kg/mm ²	137.4	94.2	152.6
プレストレス中のPC鋼軸力	tonf	40.3	45.1	45.7
設計時コンクリート応力(上縁)	kg/cm ²	134.6	126.9	164.5
設計時コンクリート応力(下縁)	kg/cm ²	10.9	3.2	10.8

キーワード：PC床版／高強度PC鋼撚り線／静的載荷試験

〒293-8511 千葉県富津市新富 20-1 TEL:0439-80-3154 FAX:0439-80-2745

5. 試験結果 床版製作において、撚り線緊張に伴い定着部付近のコンクリート表面歪の変化状況を測定した結果の一例を図-3 に示す。図より、緊張作業終了時には均等にプレストレスが導入されている状況が把握できる。 $x=0$ (中央位置) 荷重パターンでの荷重一荷重点撓み曲線を図-4 に示す。3つの試験体はいずれも設計荷重(中央位置に 10 t f 荷重)レベルまでは、ほぼ線形挙動を示しているが、15tonf まで荷重を上げると、若干非線形挙動を示し始めた。表-4 に各試験体の4つの荷重パターンでの最大荷重時での荷重点位置の撓みをまとめた。HI の床版剛性は REG-A と比べて 5~18%高い。また、REG-B では、初期プレストレス力の低減などの影響か、他の2つの試験体と比べて、若干剛性が低い結果となった。

総じて、ピッチを飛ばして高強度 PC 鋼撚り線を配置した HI は REG-A と比べて、遜色の無い静的荷重性能を示した。

6. おわりに 今後 FEM 解析による本試験の現象検証を実施する予定である。また、PC 鋼撚り線の更なる高強度化を実現

すべく、330 K 材(破断強度 2300Mpa)の実現に向けた検討を実施中である。高強度 PC 鋼撚り線対応の定着構造の開発、高強度材を使用した PC 床版の疲労性能確認も重要な課題である。本研究の推進にあたり、貴重なご指導を頂いた大阪大学 松井教授に深く感謝いたします。

【参考文献】 樽井,西田,他: 2000Mpa 級亜鉛めっき鋼線及び 2000Mpa 級 PC スtrand 用線材の開発、新日鐵技報、Vol.370,1999

表-4 荷重点のたわみ

荷重位置、荷重	REG-A	REG-B	HI (対 REG-A, B の比)
0/8 L 点, 15tonf	0.95mm	1.01mm	0.90mm (-5.3%, -11%)
1/8 L 点, 15tonf	0.92mm	0.95mm	0.82mm (-11%, -14%)
2/8 L 点, 20tonf	0.77mm	0.84mm	0.68mm (-12%, -19%)
3/8 L 点, 20tonf	0.39mm	0.40mm	0.32mm (-18%, -20%)

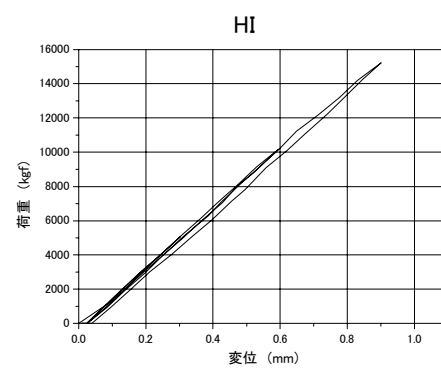
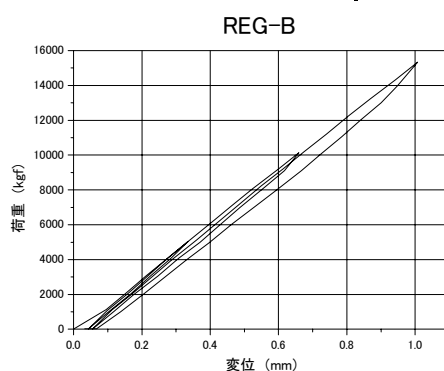
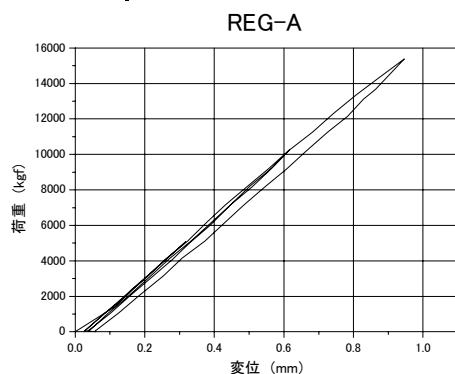


図-4 荷重一荷重点撓み曲線 ($x=0$ 荷重位置)

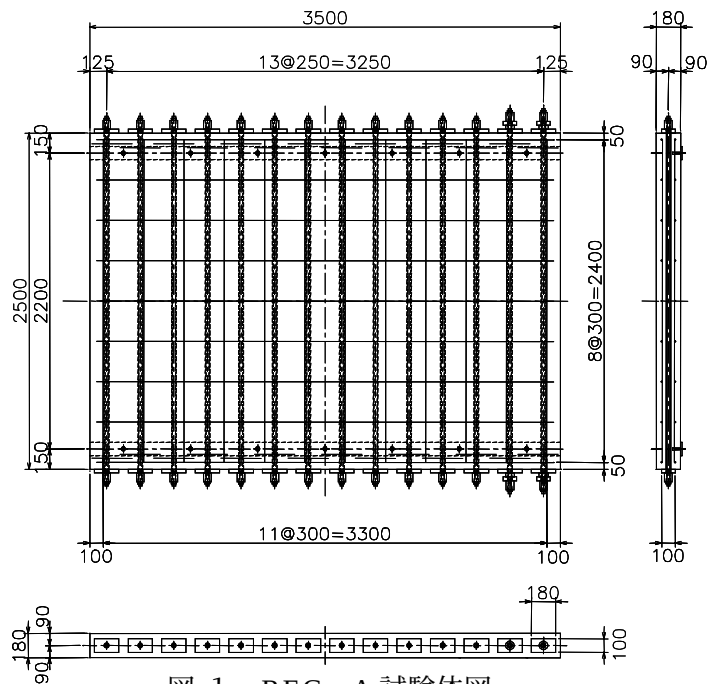


図-1 REG-A 試験体図

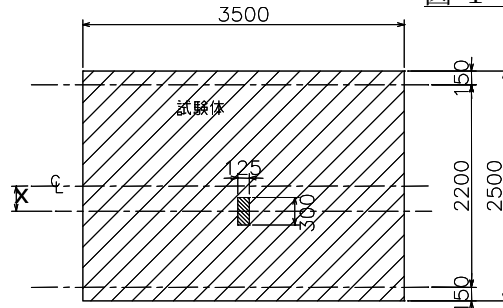


図-2 荷重パターン

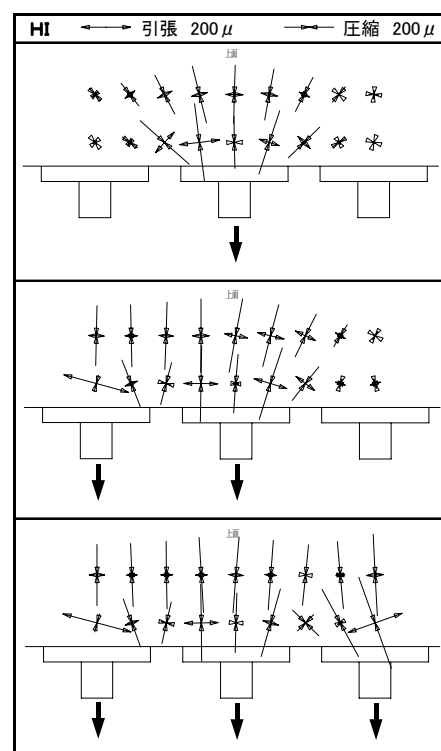


図-3 撚り線緊張時の床版上面主歪分