

(9) 鋼トラスウェブPC橋格点部の試験

オリエンタル建設(株)	技術研究所	正会員	○江口 信三
同	上	技術研究所	二井谷教治
同	上	技術部	正会員 正司 明夫
同	上	技術部	正会員 二階堂輝幸

1. はじめに

鋼トラスウェブPC橋の開発において、これまでの検討¹⁾から、施工性・経済性を考慮した場合、格点部の構造が重要であることがわかってきている。4径間連続ラーメンの鋼トラスウェブPC橋の試設計(支間長 62.5+2@100.0+62.5m)では、死荷重作用時において、トラスの格点部に、最大200~300tfの軸圧縮力または軸引張力が作用する。近年、フランスで施工されたブローニュ高架橋の鉄筋コンクリート構造の格点は、施工性・経済性に優れていると思われる。しかし、鉄筋コンクリート構造の場合、引張側ではコンクリートと鋼管の接触部が離れてしまい、耐久性に劣ることが考えられる。そこで、引張側の格点部にプレストレスによる軸圧縮力を与えることにより、接触部が常に密着した状態を確保することができると考えられる。そこで、PCおよびRC構造の格点部の供試体を製作し、格点部の性能実験²⁾を行った。

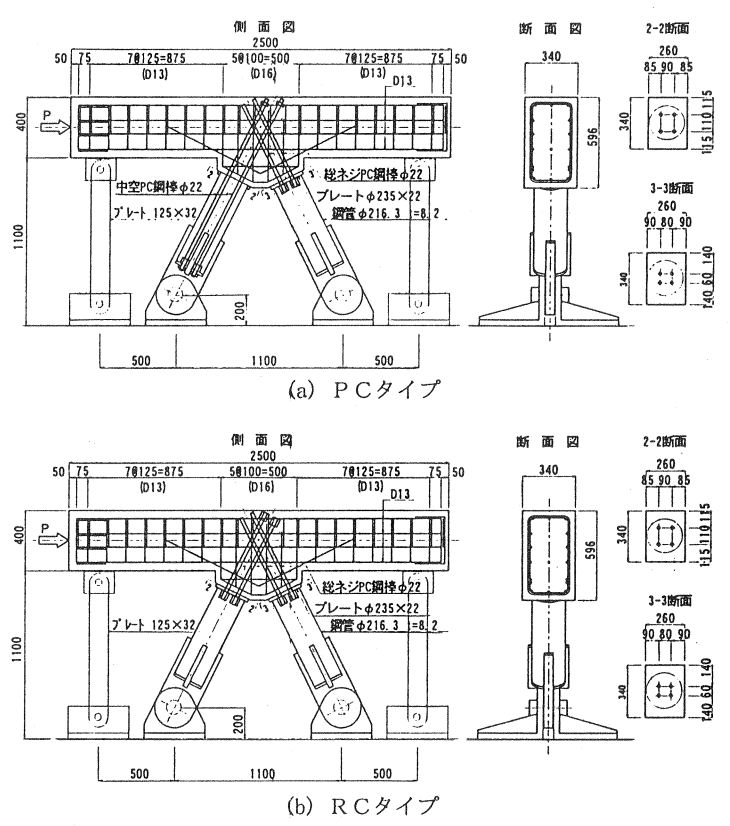


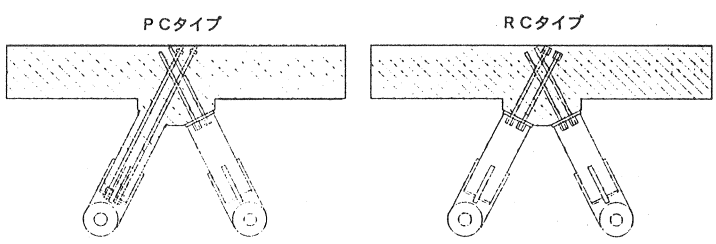
図-1 供試体形状図

2. 実験概要

2.1 供試体

実験に用いた供試体を、図-1に示す。供試体寸法は、試設計で想定した形状の1/2.5の大きさとし、格点部を取り出した形状とした。

RCタイプは、コンクリート床版との接合部の鋼管端部にプレートを取り付け、このプレートに、ナットにて総ネジPC鋼棒を固定している。PCタイプの引張側の鋼管には、中空PC鋼棒(φ22mm)



注) 斜線部コンクリート打設
図-2 コンクリート打設領域

を4本配置し、鋼管内にもコンクリートを打設することにより、目地部にプレストレスを導入している。プレストレスは、試設計における設計荷重時に作用する引張力を相殺する量を導入した。PCタイプの圧縮側は、RCタイプと同様の構造とした。図-2に、コンクリート打設領域を斜線で示す。

表-1に、緊張時、プレストレス導入直後および載荷試験開始直前の中空PC鋼棒のひずみおよび応力度を示す。表-2に、コンクリートのφ100mm×200mmのテストピースの強度試験結果と鋼材のミルシートの諸数値を示す。

表-1 中空鋼棒のひずみおよび応力度

	ひずみ(μ)	応力度(kgf/cm ²)
緊張時	3213	6619
プレストレス導入直後	3015	6211
載荷試験直前	2907	5989

表-2 材料諸数値

	単位	PCタイプ	RCタイプ
コンクリート			
圧縮強度	kgf/cm ²	350	436
引張強度	kgf/cm ²	30.8	38.0
弾性係数	kgf/cm ²	2.95×10 ⁵	3.10×10 ⁵
中空PC鋼棒 (SBPR 930/1080 φ23mm)			
断面積	cm ²	2.194	—
降伏強度	kgf/cm ²	11300	—
引張強度	kgf/cm ²	11900	—
弾性係数	kgf/cm ²	2.06×10 ⁶	—
総ネジPC鋼棒 (SBPD 930/1080 φ22mm)			
断面積	cm ²	3.871	—
降伏強度	kgf/cm ²	10500	—
引張強度	kgf/cm ²	11800	—
弾性係数	kgf/cm ²	2.04×10 ⁶	—
鋼管 (STK400 φ216.3×8.2mm)			
断面積	cm ²	53.61	—
降伏強度	kgf/cm ²	4270	—
引張強度	kgf/cm ²	4880	—

2.2 実験方法

載荷装置は、図-3に示すようなH形鋼で構成したフレーム構造とし、反力はそのフレームにとっている。荷重載荷は100tfアクチュエータにより静的載荷を行った。載荷ステップを、図-4に示す。最初に、試設計における設計荷重時に相当する荷重(P=44.2tf)

を載荷した。その後、除荷して、残留ひずみの有無を確認した。そして、設計荷重時まで載荷し、その後、死荷重相当の荷重(P=34.3tf)まで除荷し、再び、設計荷重まで載荷する繰り返しの10回行い、繰り返し載荷による、ひずみおよび目地部の開口変位の増加を確認した。その後、一度除荷し、最後に試設計における終局荷重時に相当する荷重(P=76.5tf)まで載荷した。

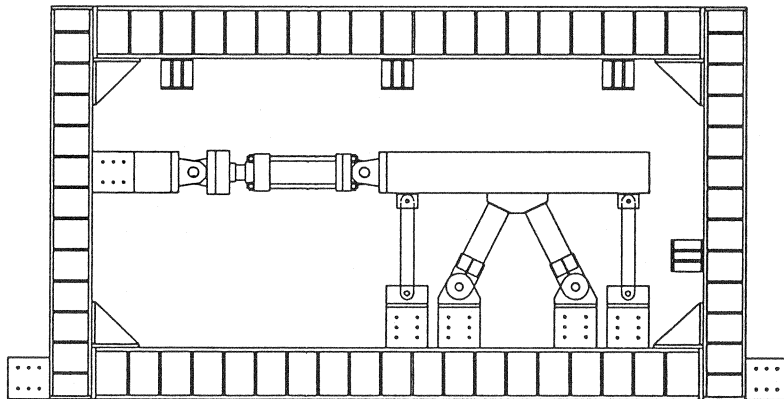


図-3 載荷装置

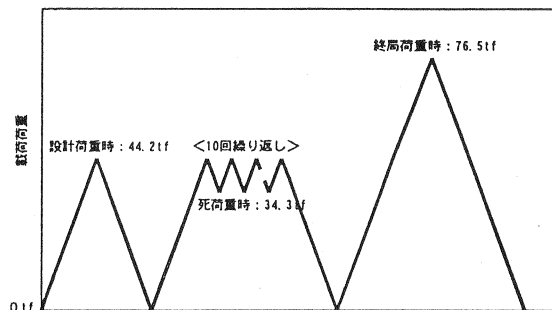


図-4 載荷ステップ

3. 実験結果と考察

図-5に、目地部の開口変位を亀裂計にて測定した位置を示す。図-6に、荷重と目地部の開口変位の関係を示す。図-6の目地部の開口変位は、図-5における、D9とD10を平均した値を示している。PCタイプとRCタイプを比較すると、設計荷重時(P=44.2tf)における目地部の開口変位は、RCタイプが $\delta=1.7\text{mm}$ 、PCタイプが $\delta=0.4\text{mm}$ であり、プレストレスを導入することにより、RCタイプに比べ、約1/4に低減されている。終局荷重時では、RCタイプが $\delta=2.4\text{mm}$ 、PCタイプが $\delta=1.2\text{mm}$ であり、約1/2に低減されている。このことにより、目地部にプレストレスを導入することにより、目地部の開口変位が低減されることがわかる。同図において、PCタイプの開口変位が、P=66tfあたりから、大きく開いている。これは、試験装置の特性上、約66tfあたりから鉛直材に荷重が作用している。そのことにより、供試体の変形を拘束し、格点部に大きな曲げと引張が働いたためと思われる。

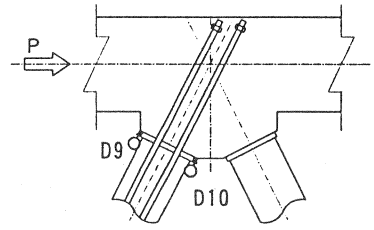


図-5 開口変位測定位置

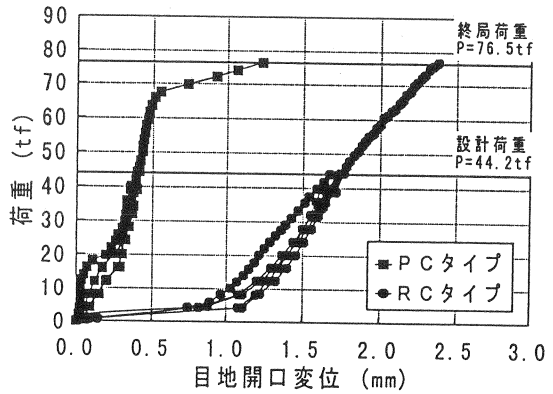


図-6 荷重-目地開口変位の関係

図-7に、試設計で想定した終局荷重時に相当する荷重におけるひび割れ図を示す。RCタイプは、P=40tf時に、ひび割れが確認された。このひび割れの方向は、圧縮方向であるため、付着切れによるひび割れと思われる。死荷重時から設計荷重時までの10回の繰り返し載荷の間に、ひび割れの進展が若干みられた。その後、荷重の増加とともに、ひび割れの本数が増え、P=70tf時に、ウェブの直角方向にひび割れが発生している。PCタイプは、設計荷重時では、ひび割れは確認されず、終局荷重時に、図-7(a)に示すような、ひび割れが発生した。このことより、プレストレスを導入することにより、ひび割れの発生を遅らせることができると考えられる。

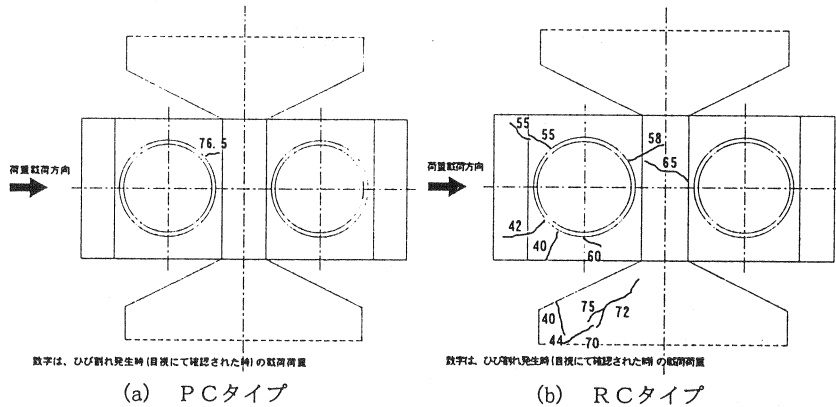


図-7 ひび割れ観察図

図-8に、引張側PC鋼材のひずみを測定した位置を示す。ゲージは、対角線上の2本の鋼材に、一箇所あたり2枚貼っている。図-9に、荷重とPC鋼材1本あたりの増大張力の関係を示す。単純にひずみを比較した場合、断面

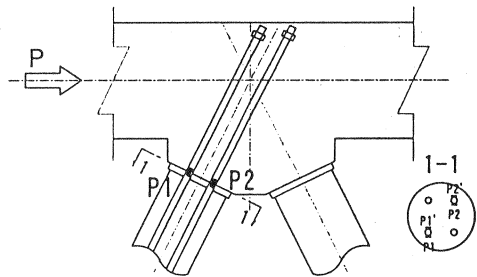


図-8 PC鋼材ひずみ測定位置

積が異なるため、測定した4箇所平均ひずみから張力を計算して比較している。図-9より、RCタイプは、付着切れによるひび割れが発生したP=40tfあたりから、徐々にPC鋼材の張力の増加量が大きくなっている。一方、PCタイプは、最初に設計荷重時に相当する荷重を載荷したあと、除荷したときに、張力が約1tf減少するという現象がみられた。これは、目地が開いた時に、目地部の周辺で、コンクリートとPC鋼材の間に付着劣化が生じたことによるものと思われる。この現象は、ボンド鋼材を配置したプレキャストセグメントはりの載荷実験でもみられている³⁾。その後、P=66tfあたりで、張力の増加量が大きくなっている。これは、前述の鉛直材の拘束により、曲げと引張が作用したためと思われる。

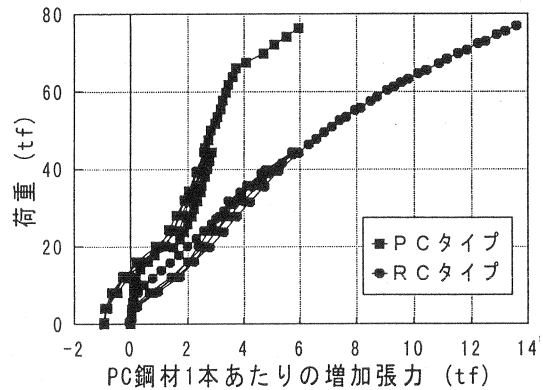


図-9 荷重-PC鋼材増加ひずみの関係

4. まとめ

鋼トラスウェブPC橋の格点部の一部を取り出し、鋼管に中空PC鋼棒を配置し、格点部にプレストレスを導入したPCタイプと、総ネジPC鋼棒で接続したRCタイプの比較実験を行った。

実験結果をまとめると、

- 1) 目地の開口変位は、RCタイプに比べPCタイプは、試設計で想定した設計荷重時(P=44.2tf)で約1/4に、試設計で想定した終局荷重時(P=76.5tf)で約1/2に低減された。
- 2) RCタイプでは、P=40tf時にひび割れが確認されたが、PCタイプでは、P=76.5tfまで確認されなかった。
- 3) PCタイプでは、目地が開くと、目地部の周辺でコンクリートとPC鋼材の間に付着劣化が生じ、PC鋼材のひずみの減少が確認された。

となる。PCタイプは、途中から鉛直材の拘束による挙動変化がみられたが、プレストレスを導入することにより、目地の開口変位、ひび割れ発生状況は、RCタイプに比べ改善される結果となった。

また、PC鋼材に中空PC鋼棒を用いることにより、

- 1) コンクリート床版部における切り欠きを小さくできる。
- 2) プレテンション方式のため、シース工、グラウト工を必要とせず、現場での作業が軽減される。
- 3) セットロスがないため、薄い床版でも無駄なく、目地部にプレストレスを導入することができる。

などのメリットが考えられる。

今回の実験では、PC鋼材の配置およびプレストレス量は軸引張のみを考慮して決めている。しかし、実験においては、曲げが作用することにより、目地部の開きが確認される結果となった。今後、目地部の開きを無くすには、軸引張および曲げを考慮した、PC鋼材の配置およびプレストレス量を検討する必要がある。

参考文献

- 1) 二井谷 治 著：鋼トラスウェブPC模型桁の載荷試験、コンクリート工学年次論文報告集、第20巻、第3号、pp.931~936、1998
- 2) 春日 昭夫 著：SBSリンクウェイ橋の設計と施工、橋梁と基礎、Vol.31、No.7、pp.2~8、1997.7
- 3) 伊藤 忠彦 著：プレキャストセグメントはりの曲げせん断特性に関する実験的研究、プレストレストコンクリート、Vol.39、No.1、pp.83~96、1997.1