

[232] 圧縮部に PC 鋼棒を用いた PC けた橋の載荷試験

正会員 近藤 順 (オリエンタルコンクリート技術研究センター)
 中村重朗 (オリエンタルコンクリート東京支店)
 海津誠昭 (オリエンタルコンクリート東京支店)
 正会員○手塚正道 (オリエンタルコンクリート技術研究センター)

1. まえがき

一般の PC 構造物では、部材引張部に PC 鋼材を配置し、これを引張 (緊張) することによりコンクリートに圧縮応力を与え、部材に作用するコンクリートの引張応力を小さくし許容値以下になるように設計されている。

これに対し本 PC 橋では、従来のポストテンション工法と併用で、部材圧縮部に PC 鋼材を配置し、この PC 鋼材を圧縮すること (ポストコンプレッション) によりコンクリートに引張応力を与え、部材に作用するコンクリートの圧縮応力が許容値以下になるように設計されている。このように、PC けたに圧縮用 PC 鋼材を併用して用いる工法を以下バイブレ (バイプレストレスングの略) 工法と呼ぶことにする。(図-1 参照)

バイブレ工法の特長は、部材に作用する圧縮応力の領域が広がるため曲げ性能が大きくなり、一般の PC けたよりもけた高を低くすることができる。

本技術報告はバイブレ工法により施工された薪寄橋について実橋載荷試験他 2, 3 の試験を行ったものである。

2. 試験概要

2.1 構造概要

測定の対象となった薪寄橋 (場所; 長野県北安曇郡白馬村, 工期; S. 60. 10 ~ S. 60. 12) は、プレキャスト方式単純 T げた構造の道路橋 (二等橋) であり、支間 2.9.2 m に対しけた高が 1.0 m に制限を受けた橋梁である。

薪寄橋に関する一般図を図-2 に、材料強度および許容応力度を表-1 に示す。

また、圧縮鋼材の定着方法の概要を図-3 に示す。

2.2 試験項目

試験は、プレストレス導入試験と実橋載荷試験に分かれ、それぞれ次の試験項目について実施した。

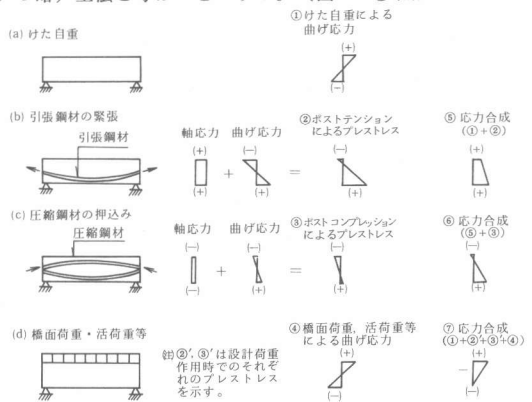


図-1 バイブレ方式による単純げたの曲げ応力度

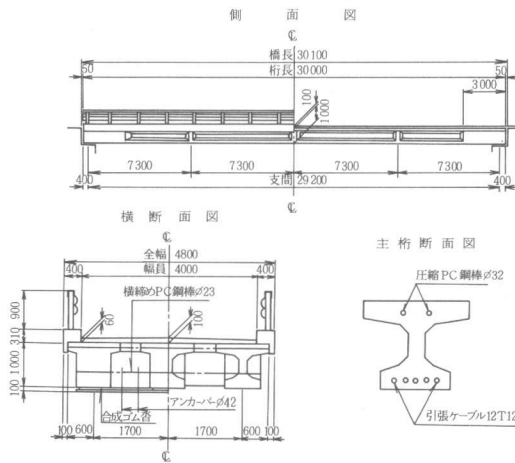


図-2 薪寄橋一般図

表-1 材料強度および許容応力度

| コンクリート | | 設計基準強度 | 450Kg/cm ² |
|----------|-------|-------------------------|-----------------------|
| 許容曲げ | 導入直後 | 190Kg/cm ² | |
| | 設計荷重時 | 150Kg/cm ² | |
| 圧縮応力度 | 導入直後 | -16.5Kg/cm ² | |
| | 設計荷重時 | -16.5Kg/cm ² | |
| 許容引張 | 設計荷重時 | 6.0Kg/cm ² | |
| | 終局荷重時 | 56.5Kg/cm ² | |
| 許容せん断 | 設計荷重時 | -11Kg/cm ² | |
| | 設計荷重時 | 340Kg/cm ² | |
| PC 鋼材 | | | |
| 引張ケーブル | | 12T12.4mm | |
| 降伏点応力度 | | 150Kg/mm ² | |
| 許容引張 | 初引張時 | 135Kg/mm ² | |
| | 導入直後 | 123Kg/mm ² | |
| 応力度 | 設計荷重時 | 105Kg/mm ² | |
| | 設計荷重時 | 95Kg/mm ² | |
| 圧縮鋼棒 | | φ32 (SBPR35/10) | |
| 圧縮降伏点応力度 | | 47Kg/mm ² | |
| 許容圧縮 | | 導入時 | 56Kg/mm ² |
| 応力度 | | 設計荷重時 | 56Kg/mm ² |

(a)プレストレス導入試験

1)圧縮鋼材の応力度分布と摩擦損失量 2)支間中央部コンクリート
応力度分布 3)圧縮鋼材の変形に伴う鋼材上側(かぶりの小さい部分)
のコンクリート応力度

(b)実橋載荷試験

1)たわみ分布 2)支間中央部のコンクリート
応力度分布 3)圧縮鋼材の応力度分布

2.3 試験方法
主桁の製作順に従ってⅠ,Ⅱ,Ⅲ桁とし、ゲ
ージ位置、変位計位置を図-4に示す。

圧縮鋼材応力度は、鋼材ゲージ(P)を、
支間中央部(A断面)のコンクリート応力
度は、コンクリート表面ゲージ(CC),コ
ンクリート有効応力計(GK),コンクリ
ート埋込ゲージ(KM)を、鋼材上側のコン
クリート応力度は、コンクリート表面ゲ
ージ(CT)をそれぞれ用いた。

また、圧縮鋼材応力度については、圧縮
における応力特性が引張の場合とほぼ等し
いこと¹⁾を利用して、ゲージ貼付後引張力に
よりあらかじめキャリブレーションを行っ
て、圧縮応力度を算出することにした。

実橋載荷試験の載荷荷重としては、1台
のダンプトラックを使用し、その諸元を図
-5に示す。また、載荷位置は、図-6に
示す橋軸方向3ヶ所について、それぞれ幅
員方向2ヶ所の位置とした。

3. 試験結果および考察

(a)プレストレス導入試験

1)プレストレス導入に先立ち試験圧縮を
行い圧縮鋼材の応力度分布を測定し、シー
ス間との単位長さ当りの摩擦係数(λ)の値
を求めた。

任意の2点間の圧縮鋼材応力度について
も引張鋼材同様に次式(1)で与えられるとす

$$\sigma_{pa} = e^{(\lambda \ell + \mu \alpha)} \sigma_{pb} \quad (1)$$

ここに、 σ_{pa} ; 押込側鋼材応力度 (Kg/m^2), σ_{pb} ; 固定側鋼材応力度 (Kg/m^2)
 λ ; 単位長さ当り摩擦係数 ($/m$), μ ; 単位角変化当り摩擦係数 ($/rad$)
 ℓ ; 2点間の距離 (m), α ; 2点間の角変化 (rad)

今回の鋼材配置は、直線であるので $\alpha = 0$ を(1)式に代入すると

$$\lambda = \frac{1}{\ell} \log \frac{\sigma_{pa}}{\sigma_{pb}} \quad (2)$$

となる。

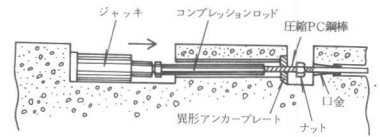


図-3 圧縮鋼棒定着部概要

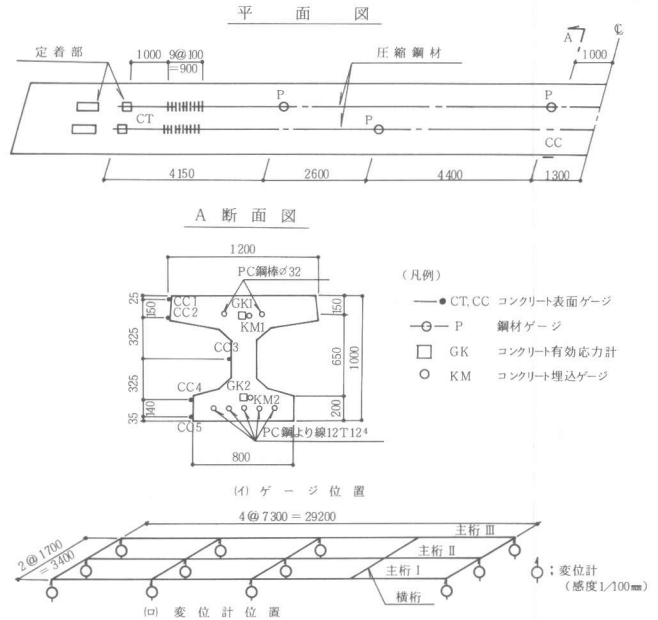


図-4 測定位置

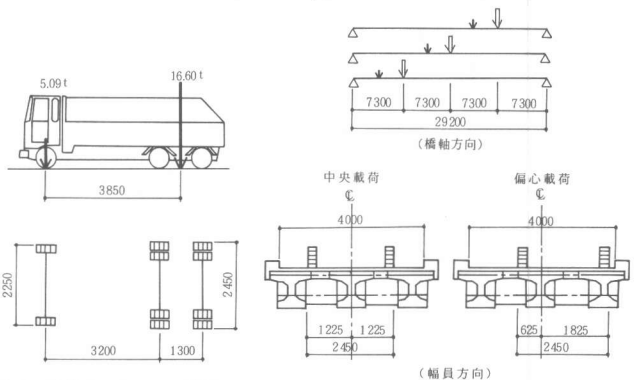


図-6 載荷位置

図-7に圧縮鋼材、応力度分布の測定結果の一部を示す。この図より測定された3点の応力値には、直線性が認められることから、両端の測定結果を(2)式中の σ_{pa} 、 σ_{pb} として λ を算出した。この結果を図-8に示す。

一般にシーースとP C鋼材の摩擦係数は、鋼材応力の大小にかかわらず一定と考えられているが、この図から明らかのように、鋼材の応力が大きいほど摩擦係数が高い傾向を示している。これはP C鋼材応力の増加に伴い鋼材の変形モードが変化するためによるものと思われる。

本橋ではP C鋼材の導入応力を 40 Kg/cm^2 程度としているので摩擦係数 λ は、 0.007 前後の値となる。この値は、これまで報告されている $\lambda = 0.012 \sim 0.015$ の値に比べかなり小さな値を示している。これは、今回シーース形状に改良を加え摩擦係数の低減を計った結果と思われる。

摩擦係数測定後、両端よりP C鋼材を押込みプレストレスの導入を行った。プレストレス導入直後の圧縮鋼材応力度分布の測定結果を図-9に示す。この結果より実測値は、設計値に比べやや大きい(2%~4%)が設計を満足するP C鋼材の圧縮力が確認できた。

2) スパン中央部のコンクリート断面応力度分布の測定結果を図-10に示す。図中のコンクリート有効応力計以外の測定応力は、実測ひずみより求めたもので、その換算には $\phi 10 \times 20 \text{ cm}$ のテストピース(現場養生)より求めたヤング係数を用いた。

この結果からP C鋼材の押込みによりコンクリートにほぼ設計値どおりの引張応力が導入されていることが確認できた。

3) P C鋼材押込みによる鋼材上側コンクリートのひずみ分布測定結果を図-11に示す。この結果より、測定されたひずみは鋼材押込みに伴うポアソンひずみ程度の値であり、またほぼ均一分布をしており、特別な突出がないことから、圧縮されたP C鋼材の変形がコンクリートに及ぼす影響はないものと思われる。

(b) 実橋載荷試験

1) 各載荷位置でのたわみ分布を図-12に示す。図中の計算値は、けた高が低いことを考慮して地覆まで換算した剛度を用いている。(以下図中に示す計算値は同様である。)

この結果、実測値は計算値に比べやや小さい値となっているが、各載荷位置での傾向はほぼ一致していることがわかる。

2) 桁の支間中央部に埋込まれているコンクリート有効応力計を用いた各載荷位置での応力度の測定結果を図-13に示す。

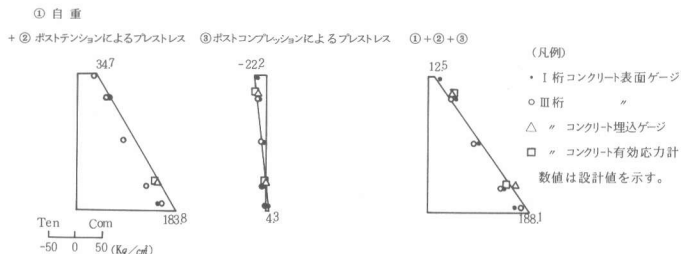


図-10 プレストレス導入直後のコンクリート断面応力度分布

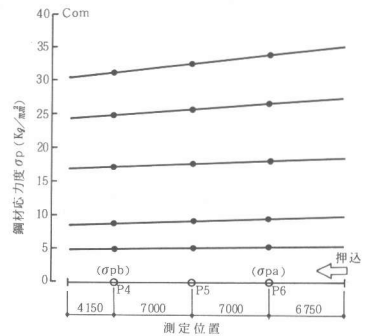


図-7 圧縮鋼材応力度分布

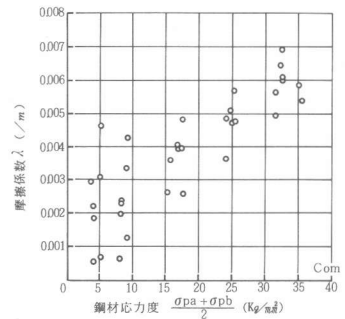


図-8 摩擦係数測定結果

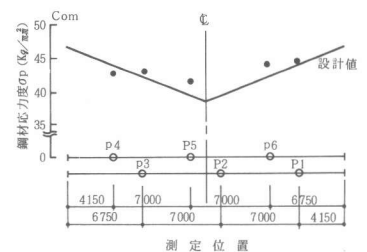


図-9 プレストレス導入直後の圧縮鋼材応力度分布

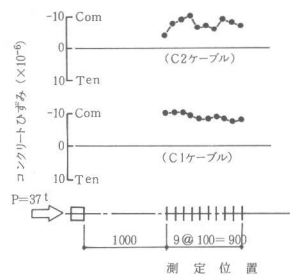


図-11 圧縮鋼材上側のコンクリートひずみ分布

この結果についても、たわみ同様に値自体にやや差はあるものの傾向はほぼ一致していると言える。

3) III桁における圧縮鋼材の各載荷位置での応力度分布を図-14に示す。この結果、荷重による圧縮鋼材の応力度増は 0.5 kg/cm^2 程度と小さな値にもかかわらず実測値と計算値は一致しており、圧縮鋼材がコンクリートと一体となって挙動していることが確認できた。

以上載荷試験により、本橋はほぼ計算結果と同様な挙動を示しており異状な挙動は見られなかった。

4. まとめ

PC鋼材を通常の使用方法とは逆に圧縮して用いるバイプレ工法で設計された薪寄橋について、プレストレスの導入量測定、圧縮鋼材の摩擦係数測定、および橋梁の載荷試験を行った。その結果、圧縮鋼材およびコンクリートに対し特に異状な挙動はなく、測定値は計算値に良く一致しており、設計方法の妥当性が確認できた。

また現在、当橋梁の変位、コンクリートの応力、鋼材応力について追跡調査を行っており長期に対する挙動を確認中である。

[参考文献]

- 1) 田島・近藤・横田；バイプレストレスング方式PC桁の実用化試験と試設計，橋梁と基礎，1984年2月，PP. 16～21
- 2) 菊地・小嶺；バイプレ方式PC橋川端橋側道橋の施工について，プレストレストコンクリート技術協会研究発表会講演概要集，1985年。

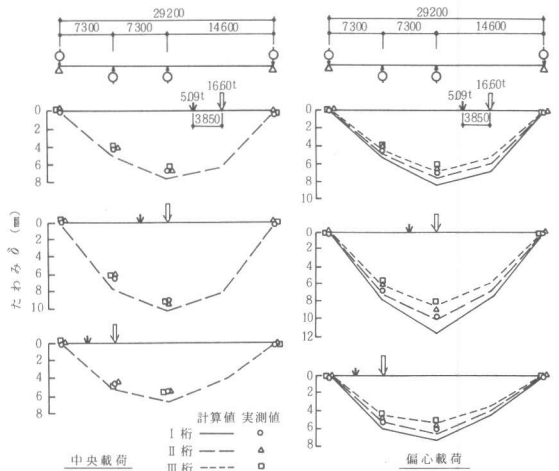


図-12 載荷試験によるたわみ分布

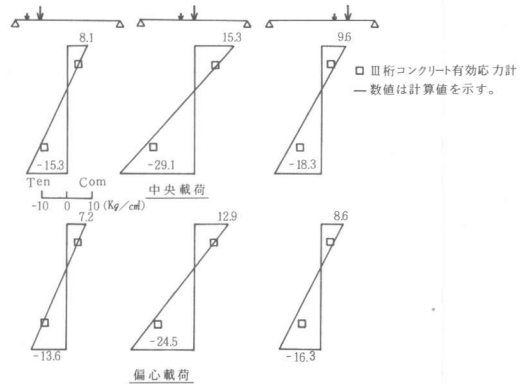


図-13 載荷試験によるコンクリート断面応力度分布

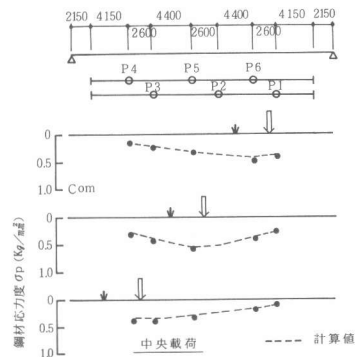


図-14 載荷試験による圧縮鋼材応力度分布