

日本国有鉄道 構造物設計事務所 正会員 神谷良陳
 日本国有鉄道 構造物設計事務所 正会員 ○ 福代博志
 オリエンタルコンクリート株式会社 小深田信昭

まえがき

鋼とコンクリートの合成桁といえはまず上路形式の桁が頭に浮かぶわけであるが、下路形式にも応用できないかと考えて本研究を始めることにした。合成下路P O 桁は列車による構造騒音も小さく、前後に連なる構造物の施工基面を低くすることができるうえ、鋼桁を架設して吊型枠でコンクリートを打設することができるなど幾多の利点を持つているが、その反面、力学的性状は複雑である。すなわち、コンクリート下路橋としての特性を有するとともに、コンクリートの乾燥収縮およびプレストレスによるクリープの影響でコンクリートの圧縮力は次第に鋼桁に転移し、桁下縁は見掛上プレストレスの損失を招いて活荷重作用時に引張応力が発生しやすくなる。また、プレストレスを導入する時期、断面形状、鋼とコンクリートの荷重分担率など未経験の分野も多い。今回は鉄骨鉄筋コンクリート桁にプレストレスを導入した梁としての実験をおこなった。

1 実験の概要

模型桁は図-1に示すようにI形断面の鋼桁の下縁のみをコンクリートで包んだA型桁と全断面をコンクリートでおおったB型桁を各々3体製作し、各2体にプレストレスを導入し、残りの各1体はノンプレストレスとして同一条件で養生した。模型桁の鋼材はS M 50材で工場加工し、コンクリートは $\hat{\sigma}_{ck} = 400 \text{ kg/cm}^2$ 、スパンは5.0 mとした。

1-1 乾燥収縮およびクリープ

乾燥収縮はA、B両桁ともノンプレストレス桁を主体として橋軸方向の数ヶ所の断面にストレングージを埋設し各断面のひずみ分布を測定した。また、模型桁の収縮量とたわみからひずみをチェックできるようにダイヤルゲージも設置した。一方カールソン型ひずみ計によりコンクリート内部の温度を、自記温湿度計により大気温度、湿度を測定し温度補正をおこなった。測定はコンクリート打設後4週間は1〜3日毎に、それ以後は7日毎におこなった。

クリープはコンクリートを打設してから2週間後にプレストレスを導入したので、その日を起点としてA、B両桁各2体について乾燥収縮と同様の測定をおこなった。

1-2 静的荷重試験

A、B両桁各1体について材令90日目に荷重幅1.0 mの2点集中荷重方式により荷重し、各断面内部および圧縮側コンクリート表面に埋設または貼附したストレングージ、カールソン型ひずみ計により、各荷重段階毎にひずみの分布を測定し、ひびわれ、破壊の性状を見極めた。同時にダイヤルゲージ（精度1/100 mm）で模型桁のたわみと橋軸方向の変位を測定した。載荷荷重はひびわれ再開荷重（下縁コンクリートの圧縮応力度が 0 kg/cm^2 となる荷重）、ひびわれ発生荷重、破壊荷重の3サイクルとし、あらかじめ試算した各々の荷重値の近傍では1〜2 t ビッチ、その他は4 t ビッチでおこなった。

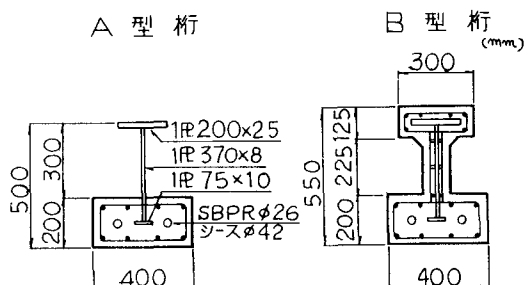


図-1 模型桁断面

2 実験結果および考察

2-1 乾燥収縮およびクリープ

乾燥収縮値は温度変化による模型桁のそりはないものとして測定値から一律に $10^{-5}/^{\circ}\text{C}$ の温度補正をおこなって整理した。湿度については60～70%で我国の平均的な値であるので補正はおこなわなかつた。図-3はA、B両桁の乾燥収縮による材令-ひずみ曲線で14日までは各3連の平均値を、それ以後はノンプレストレス桁の値である。A型桁のひずみ進捗度がB型桁を下廻っているのはコンクリート断面に占める鋼材量が大きく、コンクリートの収縮を鋼桁が妨害するためと考えられる。B型桁の乾燥収縮を猪股博士の乾燥収縮仮想曲線図にプロットしたのが図-2で、収縮量は材令により異なるがコンクリートのみの場合の60～80%である。

クリープ値はプレストレス導入直後を起点としてノンプレストレス桁の変形量を差引いて求めた。図-3はA、B両桁の中央断面のクリープによるひずみの進捗度を示したもので、乾燥収縮と同様B型桁の進行度が大きい。B型桁の断面がコンクリートのみで形成されていると仮定して、測定値から逆算したひずみは×印となり、その差約 100μ が鋼桁により妨げられたひずみ量と考えられプレストレスの見掛け上の損失となる。静的荷重試験のひびわれ再開荷重から乾燥収縮、クリープ、鋼桁のリラクゼーションに起因するプレストレスの減少率を求めるとA型桁は3.2%、B型桁は4.3%となり計算値とほぼ一致するものの予想通り大きい値を示した。

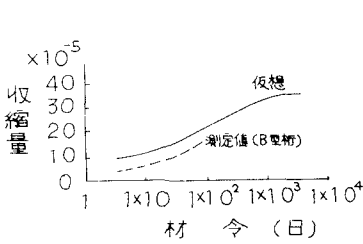


図-2 材令-収縮量曲線

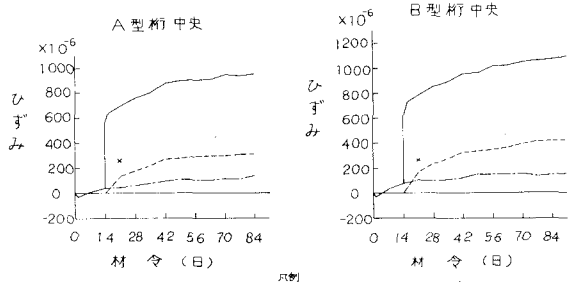


図-3 材令-ひずみ曲線

2-2 静的荷重試験

A、B両桁のひずみはひびわれ荷重前の弾性域では、テストピースの弾性係数を用いて全断面有効として算出した値にほぼ等しい。しかし、たわみについては計算値を上廻る値が測定された。すなわち、A型桁よりB型桁が、支点付近より桁中央部が大きい傾向を示した。

原因としてはテストピースと模型桁の弾性係数の不一致、表面の微少ひびわれ、鋼とコンクリートの不完全合成などが考えられるが、ジベルの

ピッチ、中央断面のひずみ勾配などより類推すると不完全合成のためではないかと考えられる。試験桁のひびわれ発生荷重、ひびわれ再開荷重、破壊荷重の測定値と計算値は表-1のとおりでほぼ一致している。

おわりに

今回の実験はA、B両桁各1体の静的荷重試験と材令90日までの乾燥収縮およびクリープの測定結果をまとめたもので、試験体の数が少なく合成P O 桁の諸性質を明らかにしたとはいえないが、乾燥収縮およびクリープによるひずみは小さいが、それがプレストレスの減少に直接影響していること、S R Oと同様破壊に対してねばり強いことなど予想通りの結果を得た。今後は疲労試験とこれらの結果を実橋の設計に結びつける試験を予定している。なお、実験を担当した国鉄東京第一工事局の御協力を感謝します。

参考資料 プレストレストコンクリートの設計及び施工 (猪股俊司著) 道路橋示方書・同解説 (日本道路協会) プレブーム合成けた橋設計施工指針 (国土開発技術研究センター)

項目 (桁種別)	ひびわれ 発生荷重	ひびわれ 再開荷重	破壊荷重	備考
	(t)	(t)	(t)	
A型桁	22.0	16.0	77.4	測定値
	23.4	17.6	80.0	計算値
B型桁	28.0	16.0	88.8	測定値
	23.2	16.1	86.8	計算値

表-1 荷重-破壊状況