

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

1. まえがき

プレストレスを導入した鉄骨鉄筋コンクリート桁（以下「プレストレストSRC桁」と呼ぶ）は乾燥収縮及びクリープの影響でコンクリートの圧縮力が鋼桁に転移し、見掛け上プレストレスの損失を招く。鉄道橋では一般に橋桁が完成してから防音壁を施工し、軌道、電車線を敷設するなど2次の死荷重を負荷するので、予めその時期を想定して各部材の応力度を検討し設計に反映させる必要がある。しかし、乾燥収縮及びクリープの時間経過係数（時係数）は、周囲の環境条件、コンクリートの配合、部材の形状などにより変化し、一律に定めがたい実情にある。また、プレストレストSRC桁の如く鋼材量の多い部材のクリープに関する実験例も少ない。今回、SRC工形断面の模型桁をPC鋼棒で緊張して乾燥収縮とクリープひずみを測定し、ひびわれ試験を実施したのでその概要を報告する。

2. 実験の概要

鋼桁の断面積を一定としたA、B2形式の模型桁を各3体製作し、その中の各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室内で養生した。A桁は下フランジのみをコンクリートで包み、B桁は全体をコンクリートで蔽う構造とし左右のPC鋼棒で緊張した。コンクリートの配合及び強度は、 $\rho = 350 \text{ kg/m}^3$, $W/\rho = 47\%$, $\sigma_{ck} = 400 \text{ kg/cm}^2$ で桁のスパンは5mである。A、B両桁とも下フランジコンクリートの材令14日で緊張し、B桁はその1週間後に上フランジと腹部のコンクリートを打設した。また、ノンプレストレス桁は材令約1年でプレストレスを導入した。

乾燥収縮及びクリープはA、B桁とも橋軸方向数ヶ所の断面にストレインゲージを埋設し、コンクリートの打設後及び緊張後4週間は1～3日毎に、それ以後は1週間～1ヶ月毎に12～14ヶ月間測定した。周囲の環境は自記温度湿度計を使用し、コンクリート内部の温度はカールソン型ひずみ計より求め、温度の補正を行なった。

3. 実験結果と考察

3-1 乾燥収縮

乾燥収縮ひずみは測定値に対し温度変化の影響として $10^{-5}/^{\circ}\text{C}$ を加減して求めた。湿度に対する補正は、観測値が概ね60～70%で我が国の平均的な値に近いので行なわなかった。実験の結果はコンクリートの自由乾燥収縮量の時間ひずみ曲線を仮定し、理論式により求めた値と対比することにした。即ち、仮定曲線は材令45日におけるコンクリートの自由乾燥収縮ひずみを 180×10^{-6} とし、猪股博士の「最終乾燥収縮に対する百分率の曲線」より上記材令の進捗率51%とを組合せて求めた。また、理論式は仮想ヤング係数を用い、合成断面の中立軸に作用する断面力をコンクリートと鋼桁の重心に作用する軸力と曲げモーメントに分割して求める方法とし、乾燥収縮の進行度合は材令の若い期間が大きいので、クリープ係数の2倍をとり、 $\beta_t = 2\beta$ とした。

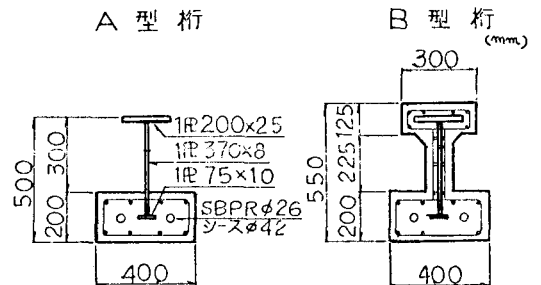
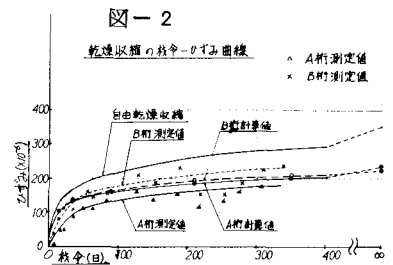


図-1 模型桁断面



図一2は前述の仮定曲線と、A、B両桁の中央断面下フランジコンクリートに埋設したカールソン型ひずみ計による測定値でノンプレストレス桁の値である。また、○印と●印はA、B桁の材令14日、35日、...の計算値である。今回の実験結果をみるとA桁では計算値を下回り、B桁では上回っているが何れも相似した形状を示している。また、材令200～300日間の測定値は下降し、収縮から膨張ひずみに転化したように見受けられるが、これは温度補正等の影響によるものであろう。材令100日以降の差は±10%程度で測定値と計算値はほぼ一致する。打設直後の時間遅れはA桁において著しく、コンクリートの引張応力度を過小評価することになるので若い材令時の養生に注意してひびわれの発生を防がなければならない。

3-2 クリープ

クリープによるひずみの測定値はプレストレス導入直後を原点としノンプレストレス桁のひずみを差引いて求めた。また、実験の結果は測定値と計算値をクリープ時係数に換算して対比した。計算値はクリープの時間係数が乾燥収縮の仮定曲線に相似であり、最終クリープ係数が $\varphi = 2.0$ に収斂するものとして前記と同じ方法により求めた。図一3はA、B桁の中央断面下フランジコンクリートに埋設したカールソン型ひずみ計より求めたクリープの時係数で、○印と●印は計算値である。コンクリートと合成された鋼桁にはクリープにより圧縮力が作用し、プレストレスとクリープ量は減少する。

今回の実験では鋼材量が約10%でクリープ時係数の計算値は約半分の1.05～1.10となる。

乾燥収縮とクリープによつて転移するコンクリートの下縁応力度をプレストレスにより発生する

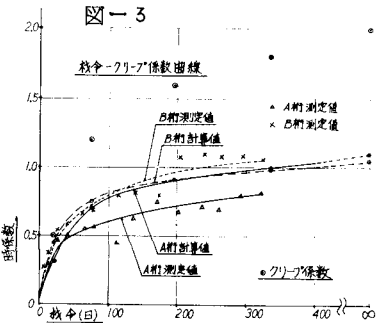
応力度との比をとつて損失率で表わすと図一4及び5のようになり、その大半はクリープが原因である。また、ノンプレストレス桁のように材令の古い桁にプレストレスを導入すると損失率を大巾に逓減できる。一方、静的載荷試験におけるひびわれ再開荷重からもこのことは立証できる。

4. あとがき

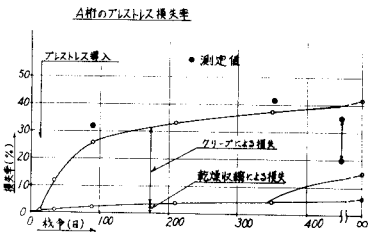
今回の実験は試験体の数も少なく、これでもつてプレストレスSR0桁のクリープなどによる塑性変形と内力の転移を一般的に解明したとは言えないが、ほぼ予想通りの結果であつたと思われる。しかし、B桁のひずみ分布はかなり乱れていて不完全合成の動きを示していること、桁のⅡ工が予想より小さいことなど今後の課題であると思われる。実験結果をまとめると、(1)コンクリートの乾燥収縮、クリープによるプレストレスの損失量は施工場所の環境条件を考慮して仮定曲線を設け、理論式より求めてよいが、ひびわれを防ぐため特に養生に注意する。(2)鋼材量10%程度のプレストレスSR0桁の損失率は40～60%となる。損失率を少なくする方法として、②鋼材量を少なくする、③全断面コンクリートを打設してからプレストレスを導入する、④打設からプレストレス導入時までの期間を長くする、⑤長期間湿潤状態で養生する。

なお、実験を担当した日本国有鉄道東京第一工事局の御協力に感謝の意を表します。

参考資料 プレストレス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)
プレビュー合成けた橋設計施工指針 (国土開発技術研究センター)



図一4



図一5

