

V-333

PC桁のクリープ変形について

東日本旅客鉄道㈱ 建設工事事部 正会員 菅野 貴浩
東日本旅客鉄道㈱ 建設工事事部 正会員 大庭 光商

1. はじめに

PC桁では、自重、プレストレス等でのクリープによるクリープ変形量が一般に大きく、特に鉄道構造物におけるPC桁の場合、列車走行安全性や乗り心地の点で問題となる場合が少なくない。そこで今回、鉄道構造物におけるPC桁の過去の設計事例について、クリープ変形に関する調査を行った。本論文では、その結果およびクリープ変形の傾向・特性について検討・考察を加え報告する。

2. 既設桁のクリープ変形に関する調査結果および検討

2. 1 調査・検討概要

検討には、既設PC桁の設計事例から算定したクリープ変形量を用いた。算定は式(1)で行った。

$$\delta \phi = (\eta \cdot \delta_{pt} + \delta_{d0}) \cdot \phi_1 + \delta_{d1} \cdot \phi_2 \quad (1)$$

ここで、	$\delta \phi$: クリープによる弾性変形量	η : プレストレスの有効係数
	δ_{d0} : 主桁自重による弾性変形量	ϕ_1 : プレストレス導入時のコンクリート材令におけるクリープ係数
	δ_{d1} : 版上荷重による弾性変形量	ϕ_2 : 版上荷重載荷時のコンクリート材令におけるクリープ係数
	δ_{pt} : プレストレス導入直後のプレストレスによる弾性変形量	

クリープ係数については、各桁の条件を一定とするために主桁架設4～7日後にプレストレス導入（ $\phi_1 = 2.6$ ）、3ヶ月後に版上荷重載荷（ $\phi_2 = 1.7$ ）とした。なお、クリープ変形量はスパン中央におけるたわみとし、上反り方向を正（+）、下反り方向を（-）とする。

今回は、計画・設計段階での、PC桁のクリープ変形についての実務上での簡単な検討・チェックを可能にすることを意図し、スパンおよび縁応力度差桁高比とクリープ変形量との関係について検討する。

ここで縁応力度差桁高比とは、永久荷重作用時の曲げモーメント成分による、スパン中央断面でのコンクリートの上縁、下縁の応力度の差と桁高との比とし、式(2)および図-1のように定義する。

$$(\text{縁応力度差桁高比}) = (\sigma_{ML} - \sigma_{MU}) / h \quad (2)$$

ここで、 σ_{ML} 、 σ_{MU} : それぞれ、永久荷重作用時の曲げモーメント成分による桁下縁、上縁コンクリート応力度（kgf/cm²）

h : 桁高（m）

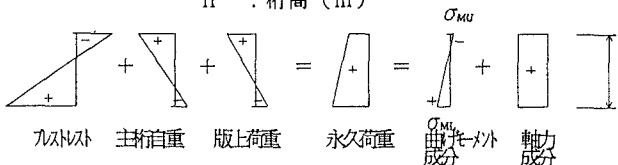


図-1 縁応力度差桁高比について

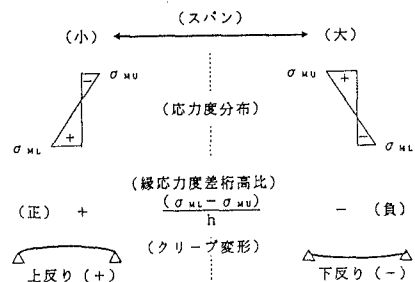


図-2 縁応力度差桁高比とスパン及びクリープ変形との関係

一般にスパンが大きくなるに従い主桁自重が大きくなるため、図-2のようにスパンが大きいくほど縁応力度差桁高比は小さくなる。またクリープひずみは、作用応力に対する弾性ひずみに比例するため、図-2に示すようにクリープ変形は縁応力度差桁高比が正(+)で上反り方向、負(-)で下反り方向を示し、その変形量は縁応力度差桁高比の絶対値が大きいくほど大きくなると思われる。

2. 2 調査・検討結果

ここでは、新幹線列車荷重（NP荷重）を受けるPCI形桁について示す。

調査桁の桁高スパン比はスラブ軌道桁で1/11～1/16、バラスト軌道桁で1/12～1/17であり、スパン35m以上で8主桁、それ以下のスパンでは4または6主桁が多い。

i) スラブ軌道桁（図-3、図-4参照）

クリープ変形量は、20～50mの範囲でのスパンの増加に従う+15～-20mmへの変化が見られ、スパン35m程度でクリープ変形量がゼロとなる。一方、縁応力度差桁高比はスパン増加に従い減少する傾向を示し、スパン32m前後でゼロとなる。このスパン32m前後でのクリープ変形は+5mm程度と若干の上反りを示すが、これは主にプレストレス、主桁自重、版上荷重の各載荷時期の違いによるクリープ係数の相違によるものである。すなわち永久荷重作用時の曲げモーメントはスパン32m前後ではほぼゼロになるが、クリープ係数がプレストレスおよび主桁自重については2.6、版上荷重については1.7であり、版上荷重（下反り方向成分）によるクリープ変形量が小さいためである。

ii) バラスト軌道桁（図-5、図-6参照）

数値の若干の違いはあるが、全体的にバラスト軌道についてもスラブ軌道と同様の傾向があることがわかる。

3. まとめ

- ・ PCI桁のクリープ変形量は、スパン増加に伴う主桁自重

増増により、一般にスパンが大きくなるにつれて上反り方向の減少、下反り方向の増加の傾向がある。

特にスパンが大きい長大桁の場合、下反り方向にクリープ変形が大きくなるため注意が必要である。

- ・ PCI桁のクリープ変形量は、縁応力度差桁高比の絶対値が大きいくほど大きくなるので、クリープによる変形を小さく抑えるためには、縁応力度差桁高比を小さくすること、すなわち永久荷重作用時の主桁の上縁、下縁の応力度のバランスをとることが重要である。

なお、今回の検討に使用したデータはあくまで計算値であり、得られた結論は、計画・設計時において参考となるものである。今後は、施工データも含めた総合的な検討を進めていきたいと考えている。

【参考文献】 中原繁則、金森 真：鉄道橋におけるコンクリート桁のクリープ変形による補修について
プレストレストコンクリート、Vol.27 No.6、1985.11

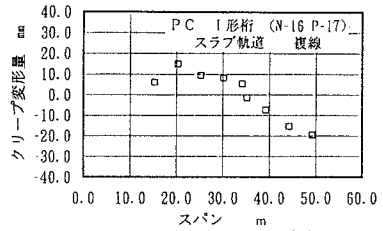


図-3 スパンとクリープ変形量

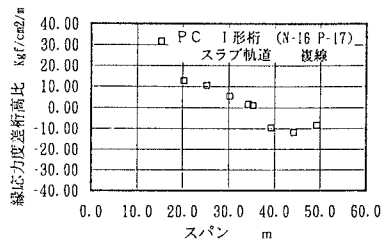


図-4 スパンと縁応力度桁高比

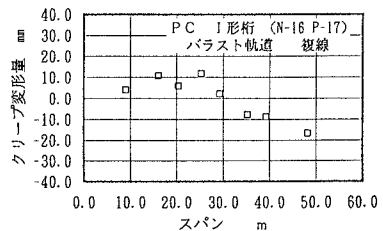


図-5 スパンとクリープ変形量

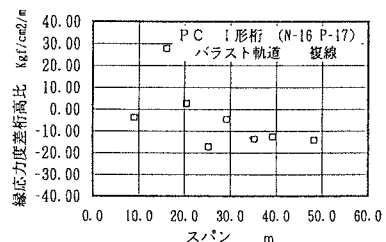


図-6 スパンと縁応力度桁高比