

大阪工業大学大学院 学生員○ 大山 理

大阪工業大学工学部 正会員 栗田章光

修成建設専門学校 正会員 瀬野靖久

日本構研情報(株) 正会員 富田耕司

1. はじめに

近年、ドイツやスイスなどのヨーロッパ諸国を中心に、主に経済面に着目した新しい形式の鋼・コンクリート合成桁橋が開発され注目されるようになってきた¹⁾。この橋梁形式は、鋼・コンクリート二重合成連続箱桁橋と呼ばれるもので、中間支点領域のみ箱桁断面内の底部にもコンクリートを充填することによって、特に、下側鋼フランジの座屈などの補強に対して大いに寄与しているのが特徴である。しかし、未解明の問題点も数多くあり、例えば、1987年に供用を開始したドイツ・WasserburgのInn橋は、コンクリートのクリープおよび乾燥収縮により、中央径間部が垂れ下がるという現象が生じている。

そこで本研究では、鋼・コンクリート二重合成連続箱桁橋のコンクリートのクリープおよび乾燥収縮挙動に着目し、解析式を誘導するとともに、数値計算を行い、通常の連続合成箱桁橋との比較・検討を行った結果について報告する。

2. 鋼・コンクリート二重合成連続箱桁橋の施工概要

今回の解析において、下コンクリート床版は現場打ち床版としたが、上コンクリート床版は、近年、省力化・工期短縮および施工性向上を目的として、さらに、既往の研究・実験²⁾によって、現場打ち床版よりも小さい乾燥収縮量を用いてもよいことが確かめられているプレキャスト床版とした。施工手順は、中間支点領域の下コンクリート床版を打設後、中央径間部の鋼箱桁部をブロック架設し、次に、上コンクリート床版(プレキャスト床版)を敷設・プレストレスを導入後、最終的に鋼箱桁と合成する手順である。したがって、本形式橋梁の場合、施工手順によって構造系が変化するため、その点を考慮してクリープ・乾燥収縮の影響を評価しなければならない。

3. 経時挙動の解析法

クリープ解析においては、より厳格な解析を行うために、コンクリートの回復クリープの影響をも考慮した応力-ひずみ関係式³⁾を用いた。乾燥収縮解析においては、鋼桁による自由収縮の拘束作用を考慮した応力-ひずみ関係式を用いた。次に、コンクリートのクリープ・乾燥収縮によって発生する断面力を各部材に発生する分担断面力に置き換えて、力のつり合い条件および変位(ひずみ・曲率)の適合条件を用いて、施工手順に従って解を誘導した。

4. 解析モデル

図-1および図-2に示す解析モデルを用いて、主に死荷重(自重・後死荷重)およびプレストレス力によるクリープ・乾燥収縮の問題を取り上げ解析を行った。表-1には解析条件を示す。なお、下コンクリート床版の厚さは、実際に施工された橋梁においては、中間支点上で最大となり、スパン中央部に向かうに従って減少している。しかし、本解析での下コンクリート床版の厚さは、一定として計算を行った。

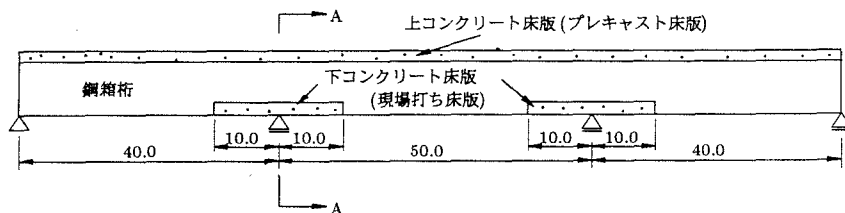


図-1 側面図(寸法単位: m)

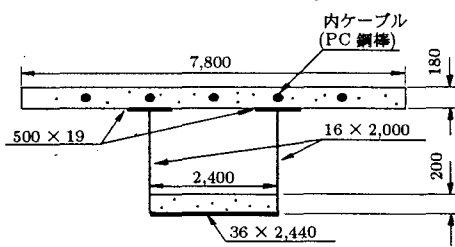


図-2 断面図<断面 A-A> (寸法単位: mm)

表-1 解析条件

死荷重 [tf/m]	鋼桁	1.34
	上コンクリート床版	1.87
後死荷重 [tf/m]		1.28
内ケーブルプレストレス力 [tf]		1,500
遅れ弾性クリープ係数		0.4
フロークリープ係数		1.6
乾燥収縮に伴うクリープ係数		4.0
最終乾燥収縮量 (下コンクリート床版)		20×10^{-5}
(上コンクリート床版)		7×10^{-5}

5. 数値計算結果と考察

表-2 に、二重合成連続箱桁橋、および通常の連続合成箱桁橋のクリープ・乾燥収縮による中間支点部 (断面 A-A) の上コンクリート床版、鋼桁および下コンクリート床版に作用する変化応力度の値をそれぞれ示す。

表-2 変化応力度 [kgf/cm²] (+: 圧縮応力, -: 引張応力)

	二重合成連続箱桁橋		連続合成箱桁橋	
	クリープ	乾燥収縮	クリープ	乾燥収縮
上コンクリート床版上縁	-45.5	-7.0	-44.7	-7.9
上コンクリート床版下縁	-45.2	-6.8	-44.5	-7.8
鋼桁上縁	9.1	40.6	7.6	6.8
鋼桁下縁	173.1	117.2	98.1	23.0
下コンクリート床版上縁	-5.0	-25.7	—	—
下コンクリート床版下縁	-16.2	-25.0	—	—

通常の連続合成箱桁橋と二重合成連続箱桁橋との比較から、クリープ・乾燥収縮により、上コンクリート床版に作用する引張応力の値は、ほぼ同じであるのに対して、鋼桁には、二重合成連続箱桁橋の場合は、通常の連続合成箱桁橋よりも大きな圧縮応力が作用することがわかった。下コンクリート床版の変化応力に関しては、上コンクリート床版よりクリープの影響が小さくなる一方、ここには現場打ち床版を用いているため、乾燥収縮の影響が大きくでている。

次に、クリープによるたわみを図-3 に、乾燥収縮によるたわみを図-4 に示す。その結果、中央径間部のたわみに関して、乾燥収縮により、通常の連続合成箱桁橋では上に反り上がるのに対して、二重合成連続箱桁橋では下にたわむ傾向を示すことがわかった。

6. まとめ

今回の数値計算の結果、この種の橋梁の設計にあたっては、コンクリートのクリープおよび乾燥収縮による鋼桁のキャンパー計算に留意する必要があることがわかった。今後の課題としては、さらに広範な数値計算を行うとともに、実際にクリープおよび乾燥収縮による経時挙動の測定実験を行って、解析値と比較検討を行う必要がある。

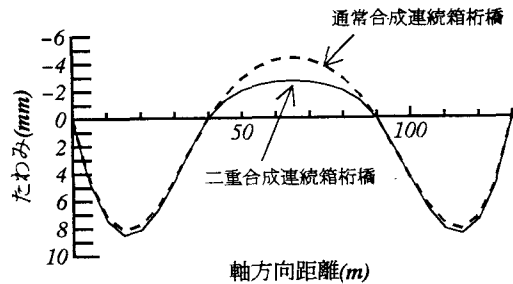


図-3 クリープによるたわみ図

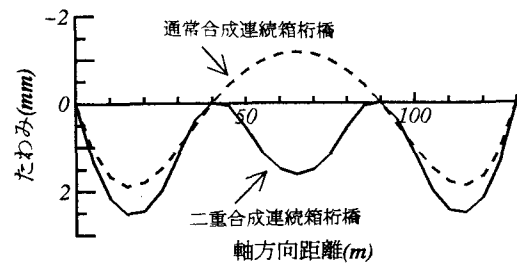


図-4 乾燥収縮によるたわみ図

参考文献

- 1) F.Nather: Stahlbrücken mit Doppelverbund, Bau intern, pp.238~245, 1994.12
- 2) 中井 博・栗田章光・亀井正博・瀬野靖久: プレキャスト床版を用いた連続合成箱桁橋におけるクリープ・乾燥収縮性状の計測と解析, 土木学会論文集 No.453/VI-17, pp.117 ~ 124, 1992 年 9 月
- 3) 栗田章光: 回復クリープの影響を考慮した鋼・コンクリート合成箱桁橋の経時挙動に関する研究, 大阪市立大学博士論文, 1994 年 9 月