

I-A 449

鋼・コンクリート2重合成連続箱桁橋の
クリープ・乾燥収縮解析

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
大阪工業大学工学部 正会員 栗田 章光

1. 目的

本研究の目的は、最近ドイツにおいて架設された鋼・コンクリート2重合成連続箱桁橋¹⁾を対象に、クリープ・乾燥収縮に伴う合成桁橋の経時挙動を把握することである。本形式の橋梁は、鋼桁の架設工法と密接に関係しており、鋼桁下フランジの座屈防止や桁全体の剛度を高めるという利点があり、そのような観点から今後わが国においても架設されると考えられる。

本文では、クリープ・乾燥収縮に伴う合成箱桁各部の変化応力度およびたわみに着目したパラメータ解析²⁾を行い、従来の合成箱桁橋との比較・検討した結果について報告する。

2. 鋼・コンクリート2重合成連続箱桁橋の概要^{1), 3)}

本橋梁は、連続合成箱桁橋の中間支点付近において、鋼箱桁下フランジ部にもコンクリート床版（以下、下床版とする）を有しており、その厚さは中間支

表ー1 鋼・コンクリート2重合成連続箱桁橋（ドイツ）

橋 名	Innbrücke Wasserburg	Elbebrücke Torgau	Moselbrücke Bernkastel
断面形式	台形箱型断面	台形箱型断面	2室矩形箱型断面
スパン割 (m)	82.95-104.44 -104.44-82.95	(16-18-20-22-16-22) -53-106-65-45-45-36	36.4-74.4-36.4
桁高（橋脚上）(m)	4.28	5.60	4.50
幅員 (m)	14.25	15.50	12.50
下床版厚 (m)	20-65(200)	40-90	25-50

点からスパン中央に向かうに従って減少している。表ー1にドイツにおいて架設された3橋の諸元を示す。また施工手順としては、まず張出架設された鋼箱桁の中間支点領域に下床版を打設し、その後スパン中央の鋼箱桁の大ブロック架設を行う。そして、上床版コンクリートを分割打設するという手順である。したがって解析においては、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. クリープの解

解析においては、コンクリートの回復クリープを考慮した応力～ひずみ関係式⁴⁾を用いた。さらに、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作用する分担断面力に置換えて、力のつり合い条件および変位の適合条件を用いて解を誘導した⁴⁾。その際前述した通り、施工手順によって構造系が変化するため、各施工段階ごとに解を誘導する必要がある。その一例として、時刻 $t=t_1$ において持続曲げモーメント M_{d, t_1} が作用した時の鋼・コンクリート2重合成連続箱桁断面に作用する各分担断面力は、式(1)を用いて求めることができる²⁾。

$$\begin{bmatrix} \Delta N_{b1, t-t_1} \\ \Delta N_{b2, t-t_1} \\ \Delta M_{b1, t-t_1} \\ \Delta M_{b2, t-t_1} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{D_3 a - D_1(l + \eta_{N1})}{a_{b1}} & -\frac{D_3 a'}{a_{b1}} & -\frac{D_3}{a_{b1}} & \frac{D_3}{a_{b1}} \\ \frac{D_4 a}{a_{b2}} & -\frac{D_2(l - \eta_{N2}) + D_4 a'}{a_{b2}} & -\frac{D_4}{a_{b2}} & -\frac{D_4}{a_{b2}} \\ D_7 a & -D_7 a' & -D_8(l - \eta_{M1}) - D_7 & -D_7 \\ D_5 a & -D_5 a' & -D_5 & -D_9(l - \eta_{M2}) - D_5 \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} M_{d, t_1} \cdot \phi_1(t-t_1) \\ M_{d, t_1} \cdot \phi_2(t-t_1) \\ M_{d, t_1} \cdot \phi_1(t-t_1) \\ M_{d, t_1} \cdot \phi_2(t-t_1) \end{bmatrix} \quad (1)$$

$$\Delta N_{s, t-t_1} = -(\Delta N_{b1, t-t_1} + \Delta N_{b2, t-t_1}), \quad \Delta M_{s, t-t_1} = -(\Delta M_{b1, t-t_1} + \Delta M_{b2, t-t_1}) + (\Delta N_{b1, t-t_1} \cdot a - \Delta N_{b2, t-t_1} \cdot a')$$

記号の説明は、紙面の都合で割愛する。また、乾燥収縮の解も同様の手順で求めることができる。

4. 解析条件

解析モデルとして、表ー1に示す実橋のElbebrückeを対象にした3径間2重合成連続箱桁橋を採用し、

クリープ・乾燥収縮解析を行った。また下床版の平均厚さをパラメータとしたパラメータ解析も同時に行った。図-1に、その解析モデルを示す。

5. 解析結果および考察

図-2に下床版厚65cmの場合の断面B-B（中間支点上断面）および断面C-C（スパン中央断面）のクリープ・乾燥収縮による変化応力度をまた、図-3に変化したわみをそれぞれ示した。なお、図中の破線は、通常（下床版が無い場合）の連続合成箱桁橋の値を示している。これらの図から2重合成箱桁を採用した場合、変化応力度に関しては、断面B-Bで約0.4MPa (4 kgf/cm²)、断面C-Cで約1.1MPa (11.5 kgf/cm²)の上床版の引張応力を減少することができる。また、断面B-Bの下床版には、クリープ・乾燥収縮により約14.4MPa (147 kgf/cm²)と、かなりの圧縮応力が作用する。さらに、クリープ・乾燥収縮による最大たわみは、通常の合成箱桁で約0.9mm、2重合成箱桁で約1.4mm程度である。

次にパラメータ解析の一例として、下床版厚の変化に伴う変化応力度を図-4に示した。この図より、下床版厚が40cm~80cmと変化するにつれて、下床版の圧縮応力はクリープにより2.2MPa (22.4 kgf/cm²)程度増加するという結果が得られた。

【参考文献】

- 1) F. Nather: Stahlbrücken mit Doppelverbund, Bau intern, pp.238-245, 1994.12.
- 2) A. KURITA, K. TOMITA and Y. SENO: CREEP AND SHRINKAGE BEHAVIORS IN STEEL-CONCRETE DOUBLE COMPOSITE CONTINUOUS BOX GIRDER BRIDGES, Composite Construction III, Engineering Foundation Conference on Composite Construction, 1996.6（発表予定）。
- 3) 栗田章光・富田耕司・瀬野靖久：鋼・コンクリート2重合成連続箱桁橋のクリープおよび乾燥収縮挙動、第3回合成構造の活用に関するシンポジウム講演論文集、pp. 89-94、1995.11.
- 4) 栗田章光・中井 博：回復クリープを考慮した鋼・コンクリート合成桁のクリープ解析、構造工学論文集、Vol. 37A, pp. 1407-1418, 1991. 3.

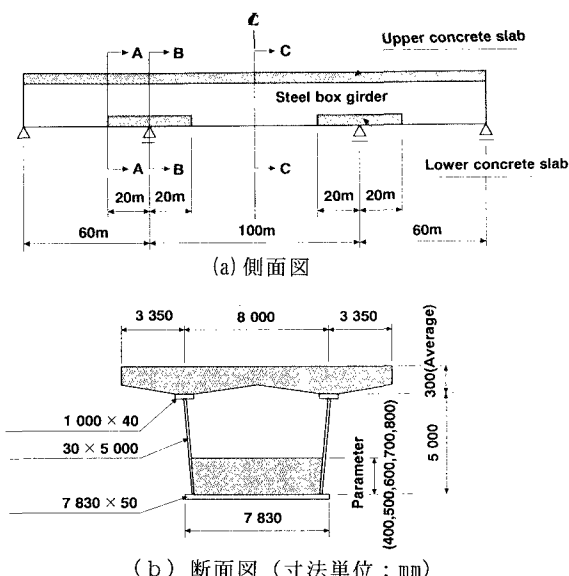


図-1 解析モデル（3径間連続2重合成箱桁橋）

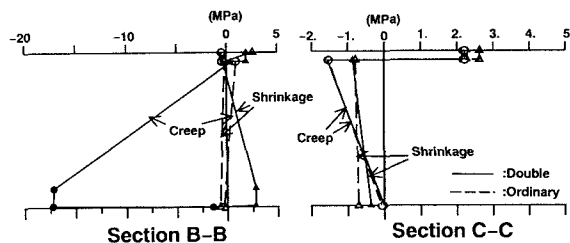


図-2 変化応力度

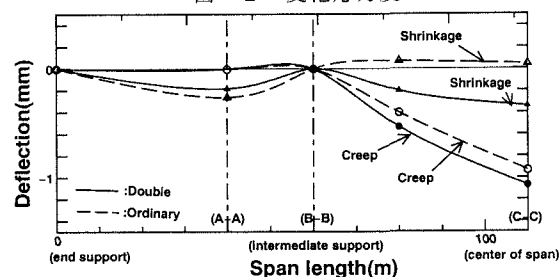


図-3 変化たわみ

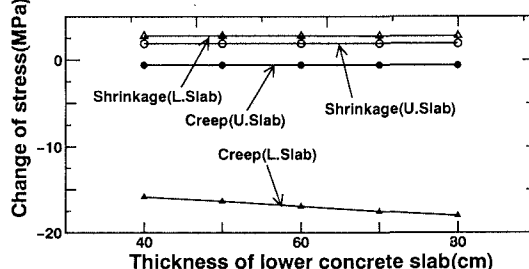


図-4 下床版厚の変化に伴う変化応力度