

クリープ乾燥収縮を考慮した非合成桁の床版打設順序解析

○三菱重工業(株) 森 直樹

菱日エンジニアリング(株) 幕田 宏

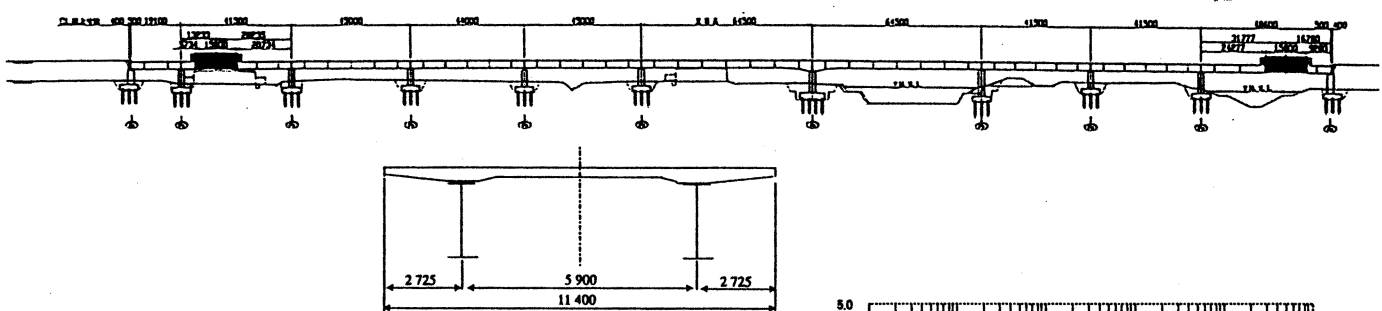
菱日エンジニアリング(株) 小波 康男

1. はじめに

鋼少数鉄桁橋では床版の打設時順序によって橋軸方向に引張応力が生じクラックの発生が懸念される。合成形式では施工時の支点ジャッキアップやプレストレスを導入することにより、床版のクラックを防ぐような積極的な処置がとられるが、非合成形式ではこうした対策が講じられることは少ない。しかしながら一般に非合成形式であっても合成挙動を示すことがよく知られており、床版打設順序によってはクラックが発生すると考えられる。ここでは、床版のクリープ・乾燥収縮を考慮した床版打設順序解析をおこない床版の発生応力について検討したので報告する。

2. 対象橋梁

解析の対象とするのは近年注目を浴びている非合成の連続2主版桁橋でスパン40～70mである。ここに設計基準強度400kgf/cm²の早強ポルトランドセメント用いた場合を想定する。



3. クリープ・乾燥収縮

クリープ・乾燥収縮は、それぞれ道路橋示方書、解2.1.9式および解2.1.12式を用いた。図-2はクリープ係数、図-3は乾燥収縮の時間変化を示したものである。クリープ・乾燥収縮特性は環境条件によって大きく変化し、道路橋示方書の相対湿度40%70%をいずれかを用いることによってクリープ係数・乾燥収縮度は倍半分変化することがわかる。ここでは、相対湿度70%を用いクリープ係数は3.0、乾燥収縮ひずみは180μに収束する。一方、ヤング率はコンクリートの材令とは無関係に一定と仮定した。

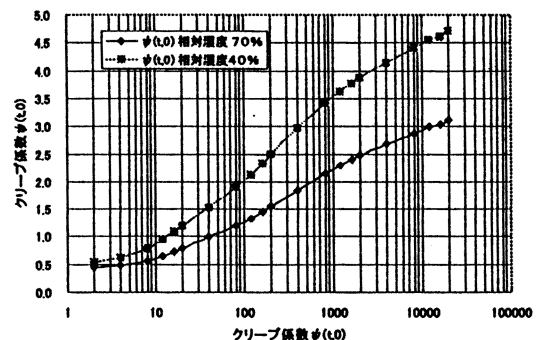


図-2 クリープ係数の推移(対数)

4. 解析モデルとステップ解析

解析モデルは図-3に示すように、鋼桁・床版それぞれ梁モデルとしこれを剛棒で結んだ2層モデルとした。このとき、床版をクリープ部材として図-2・3の特性を考慮し、床版打設と時間変化に伴うクリープ・乾燥収縮を部材の温度荷重として与えて打設順序を追った解析をおこなった。

$$\Delta T_c = \frac{\epsilon_s}{\alpha} = \frac{\alpha_c}{E_c} (\varphi_t - \varphi_{11}) / \alpha$$

$$\Delta T_\beta = \epsilon_{\beta_s}(t, t_0) / \alpha$$

$$\Delta T = \Delta T_c - \Delta T$$

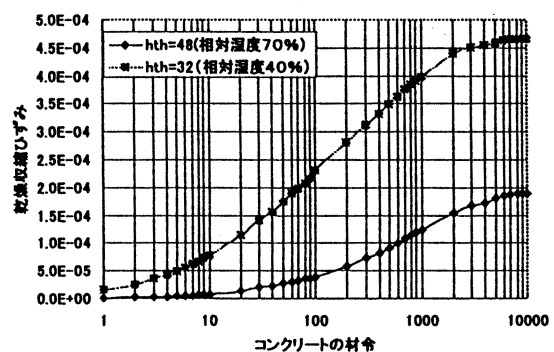
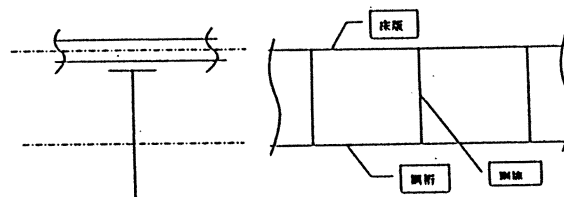


図-3 材令と乾燥収縮の関係

5. 床版打設完了直後の発生応力

床版打設はたわみ性の大きい部位より打設するという施工の鉄則から、中間支点上を打ち残し、順次橋端部より中央径間に向かって打設することを考えた。一型枠の打設移設で約8日、全打設完了までは18ステップで130日（約4ヶ月間）を必要とする。図-6はコンクリート打設完了時の床版上縁応力を示したものである。床版の打設によって支間中央に約15 kg/cm²程度の引っ張り応力が生じた。またクリープ・乾燥収縮を考慮した解析と考慮しない解析とで比較すれば、最大2 kg/cm²程度の影響があるものの、2値に大きな差はみられなかった。これはクリープ・乾燥収縮特性が図-2・3に示すように非常に緩やかに進行して行くことから、130日程度の床版打設期間中では影響があまり出てこないためと考えられる。また、中間支点上では、順次打ち残し最後に打設していることから、床版打設直後の発生応力はきわめて小さいレベルにおさまっている。

6. 橋面工施工後10000日経過時

図-7は、床版打設後の時間の経過と床版上面の発生応力を示したものである。橋面工架設後10000日から100000日と時間が経過するとともに、床版の引張応力は橋面架設完了から約10 kg/cm²程度増加する。これは床版全面一帯におきており乾燥収縮による応力と考えることができる。プレストレスなどを導入しない場合、クリープよりも乾燥収縮が支配的に影響を及ぼすことが解る。

7. まとめ

床版打設完了時までの短期的な検討においては、クリープ乾燥収縮の影響は小さく、共用後3年以上の長期を想定した場合、床版の引張応力は乾燥収縮により大きく影響を受け、コンクリートの引張強度程度までの大きな応力が発生することがわかった。

【参考文献】

道路橋示方書・同解説 I 共通編 II 鋼橋編

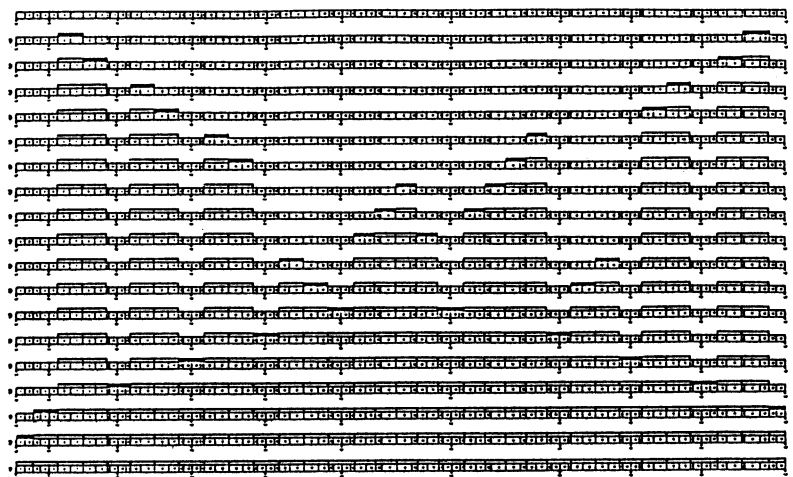


図-5 床版施工ステップ図

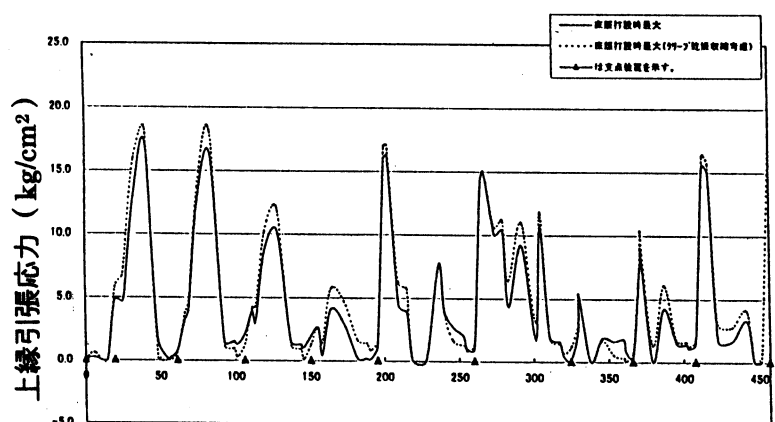


図-6 コンクリート床版打設完了時の床版上縁応力

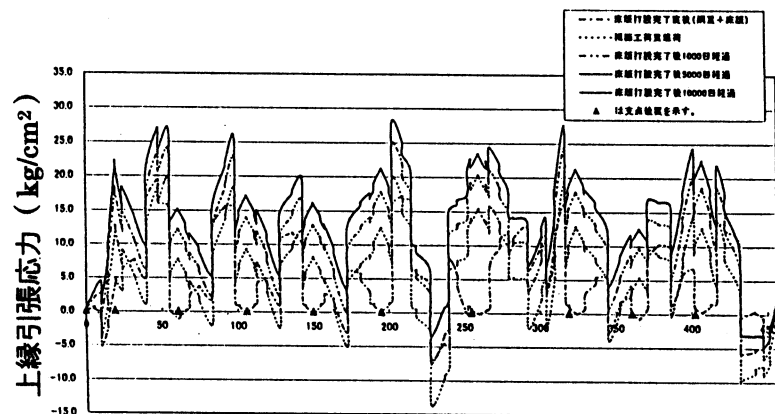


図-7 時間経過と床版上縁応力