

横浜国立大学 正会員 池田尚治
鹿島建設(株) " 大久保秀樹

1. はじめに

鋼とコンクリートとの合成構造として、橋梁の分野では鋼合成桁が広く用いられているが、この種の道路橋の床版に膨張コンクリートを使用すれば、乾燥収縮の悪影響が除去され、その耐久性が向上するものと思われる。そこで本研究では膨張コンクリートを用いた合成構造の挙動を解明するために、鋼合成桁供試体を作製して、その膨張、乾燥収縮挙動の測定及び静的、動的載荷実験を行い、また、膨張機構の力学モデルを設定して、それに基づき、鋼・膨張コンクリート合成構造の膨張及び収縮挙動を理論的に推定して、この結果から、膨張コンクリートを合成桁床版に適用するための基礎資料を得ることとした。

2. 合成構造の膨張及び乾燥収縮機構の理論

本研究では図-1に示すような力学モデルを基に、一軸拘束供試体のひずみ量から合成桁の膨張及び収縮ひずみを推定する事を試みた。ここでコンクリートの弾性係数は式(1)のように表わされる。

$$K_c(t) = E_c (1 - e^{-Bt}) \quad \text{----- (1)}$$

この系が材令 t_0 まで湿潤状態にあり、以後乾燥状態になったとすると、系全体のひずみは式(2)のようになる。

$$\delta(t) = C(1 - e^{-Bt}) - P(1 - e^{-a(t-t_0)}) \quad \text{----- (2)}$$

ただし $t < t_0$ で $P = 0$

式(1)(2)において E_c, B, C, P, a は実験により定める定数
この系における自由膨張ひずみは式(3)のようになる。

$$\delta_0(t) = \int_0^t \frac{K_c(t) + K_s}{K_c(t)} \frac{d\delta(t)}{dt} dt \quad \text{----- (3)}$$

この系を拘束鉄筋比 P_1 の一軸拘束供試体に置き換え、鋼合成桁に適用すると偏心による曲げの影響が加わり、合成桁の中立軸から Y の距離におけるひずみ $\varepsilon(t)$ は式(4)のようになる。

$$\varepsilon(t) = \int_0^t \left\{ \frac{A_c}{A_v(t)} + \frac{A_c \cdot e(t) \cdot Y}{I(t)} \right\} \frac{K_c(t) + K_s \cdot P_1}{K_c(t)} \frac{d\delta(t)}{dt} dt \quad \text{----- (4)}$$

ここで $A_v(t)$: 合成断面の断面積 A_c : 床版のコンクリート部の断面積

$I(t)$: 合成断面の断面2次モーメント $e(t)$: 合成断面と床版コンクリート部 との中立軸の距離

図-2に t_0 を7日とした場合の合成桁のコンクリート床版下縁部のひずみの計算結果を示す。ここでは E_c, C, P, a に適當な値を与え、弾性係数の材令による増加の状態Bをパラメータとしてシミュレートした。なお、若材令におけるクリープの影響はコンクリートの弾性係数の時間変化の中でその影響を考慮し、単純化した。

3. 鋼合成桁の膨張及び乾燥収縮挙動の測定

供試体は図-3に示すような200×100のH型鋼上に鉄筋コンクリート床版(800×1600×75)を打設したものを4体作製した(表-1参照)。膨張材はアサノジブカルを40%使用し、コンクリートの圧縮強度は330 $\times 10^3$ といた。鉄筋はD6(SD30相当)を使用した。養生は材令7日まで濡れむしろによる渾布養生とし、以後室内に放置し乾燥させた。ひずみの測定は打ち込み直後から開始し、材令28日まで行った。また、同一の材料で拘束鉄筋比0.95%の一軸拘

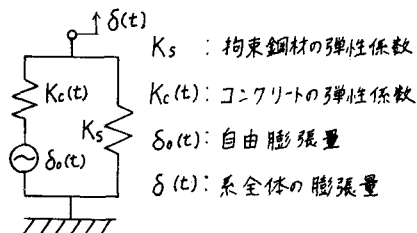


図-1 力学モデル

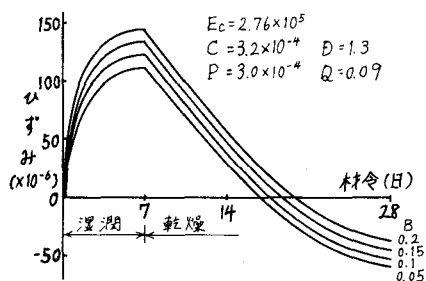


図-2 シミュレーション結果

束供試体を作製し、同じ条件でひずみの測定を行い、解析のための基準データとした。

図-4に供試体N0.3、4の床版下縁部の各材令でのひずみの実測値と計算値を示した。これによると実測値と計算値はよく一致しており、本研究で試みた推定方法により、乾燥収縮も含めた鋼合成桁の膨張挙動の推定が可能である事が確認された。

4. 静的及び動的載荷試験

静的載荷試験は材令28日で行い、6×6cmの載荷板で図-5のAの位置に部分的等分布荷重を8tまで載荷した。目視によるひびわれ発生荷重を表-2に示す。膨張コンクリートを使用した供試体は乾燥収縮の補償により普通コンクリートの供試体よりひびわれ発生荷重が1.5-2倍程度大きくなる事が確認された。図-6に各供試体の荷重とたわみの関係を示した。次に供試体のB、C点(図-5)にも8tの荷重を加えてから移動繰り返し載荷試験を行った。これは載荷位置をB→A→C→A→Bと移動して一順とし、各位置で100回づつ繰り返し載荷を行い一順毎に荷重を増していくもので、荷重段階は4.5t→5t→6t→6.5tとし、以後破壊まで0.5tづつ荷重を増加した。表-3に繰り返し載荷試験結果を示す。各供試体はいずれも押し壊せん断破壊を起こした。図-7にA点における荷重段階とその200回目の載荷時のたわみ v_{200} との関係を示した。図-6及び図-7から膨張コンクリートは静的、動的耐力に対して有利である結果が示されている。

5. おわりに

膨張コンクリートを用いた合成桁床版は乾燥収縮の補償により優れた力学特性を示す事が確認された。また、提案した力学モデルにより、一軸拘束膨張量から合成構造の膨張及び乾燥収縮挙動を推定する事が可能となり、種々の条件に対して予めシミュレーションを行う事により、鋼・膨張コンクリート合成構造の最適な設計条件を見出す事が可能となった。

本研究は文部省科学研究費を受けて行ったものであり、ここに謝意を表するものであります。

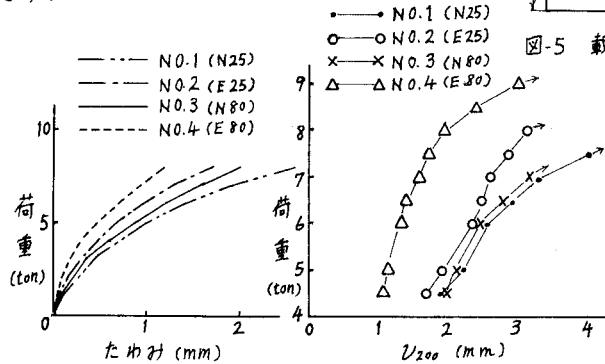


図-6 荷重とたわみとの関係 図-7 繰り返しによる荷重と v_{200} との関係

【参考文献】 池田・坂口「膨張コンクリートを用いた鋼合成桁床版の研究」土木学会年次講演概要集 N0.32 V.121

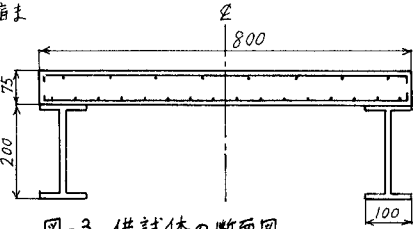


図-3 供試体の断面図

表-1 供試体の分類

供試体	膨張材	配筋鉄筋比 P	主鉄筋比 P	A_s/A_s
N0.1(N25)	無	0.52	1.53	0.25
N0.2(E25)	有			
N0.3(N80)	無	1.26	1.53	0.8
N0.4(E80)	有			

(注) A_s, A_s は単位幅当りの主鉄筋、配筋鉄筋の断面積

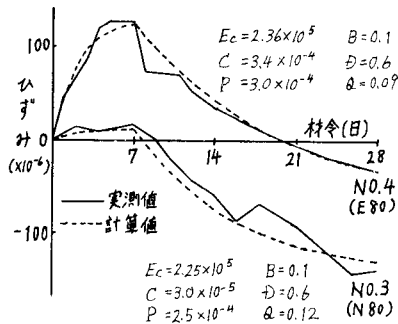


図-4 床版下縁部のひずみ

表-2 ひびわれ発生荷重

ひびわれ方向	主鉄筋方向	配筋鉄筋方向
供試体		
N0.1(N25)	1.0 t	1.5 t
N0.2(E25)	2.0 t	2.5 t
N0.3(N80)	2.0 t	2.0 t
N0.4(E80)	3.0 t	4.0 t

表-3 繰り返し載荷試験結果

供試体	破壊位置	破壊荷重 (t)	繰返し回数 (回)	破壊位置での通算繰返し回数 (回)
N0.1(N25)	A	8.0	23	1223
N0.2(E25)	A	8.5	200	1600
N0.3(N80)	A	7.5	106	1106
N0.4(E80)	B	9.5	88	1888