

I-120 プレキャスト合成床版桁の経時挙動に関する基礎的考察

京都大学大学院 学生員 ○藤巻浩之
 京都大学工学部 正 員 渡邊英一
 大阪市大工学部 正 員 中井 博

1. はじめに

工場製作されたプレキャスト床版を、現場において鋼桁上に敷き並べた後、橋軸方向にプレストレスを導入するPPCS工法¹⁾は施工の迅速性、経済性などの理由から現在大きな注目を集めている。本研究では、このプレストレス導入の際のクリープ・リラクセーション現象について連続合成桁を対象として数値解析を行った。

2. 解析手法

合成桁の床版部分を3要素モデルを用いた線形粘弾性体、鋼桁部分を弾性体と仮定してラプラス像空間においてつりあい式、構成式、適合条件式を解く。²⁾この際、合成桁全体にかかる曲げモーメントが床版と鋼桁の間の合成の度合いに与える影響を示したのが図-1である。すなわち、発生する曲げモーメントが負の部分（図-1(2)）では、プレキャスト床版と鋼桁の間に弾性的なずれ $\Delta_c = -\{d^2 N_c(t)/d^2 x\}/C$ が生じるため、床版と鋼桁の間に部分的な非完全合成状態が生まれ、合成桁としての機能に何らかの変化が生じ、その結果、曲げモーメントが正である完全合成部分（図-1(1)）とは異なる挙動をすると考えられる。ここで、 C はプレキャスト床版と鋼桁の間の合成を弾性合成としたときの弾性係数であり、 $C = C_0/\xi^2$ で表される。 C_0 は標準弾性係数で20 (tonf/cm²)であり、 ξ は合成度である。完全合成部分では弾性ずれ Δ_c が生じないとしたので $C = \infty$ 、 $\xi = 0$ として解析を行い、非完全合成部分では $\xi = \xi_1$ とし、 ξ_1 を種々の値に変動させることにより合成の度合いを決定した。

この仮定に基づき、ラプラス像空間において床版の任意位置 x に生じる曲率を完全合成部 $\bar{G}_1(s, x)$ 、非完全合成部 $\bar{G}_2(s, x)$ に分けてそれぞれ求めた。

さらに共役ばり法を用いることによって、この曲率から連続桁の位置 $x = h\ell$ ($0 \leq h \leq 1$)でのたわみが式(1)、(2)のように δ_p (完全合成部; $0 \leq h < k_1$)、 δ_i (非完全合成部; $k_1 \leq h \leq 1$)にわけて得られる。ここでは3スパン連続ばりを例にとり、使用した共役ばりを図-2に示す。

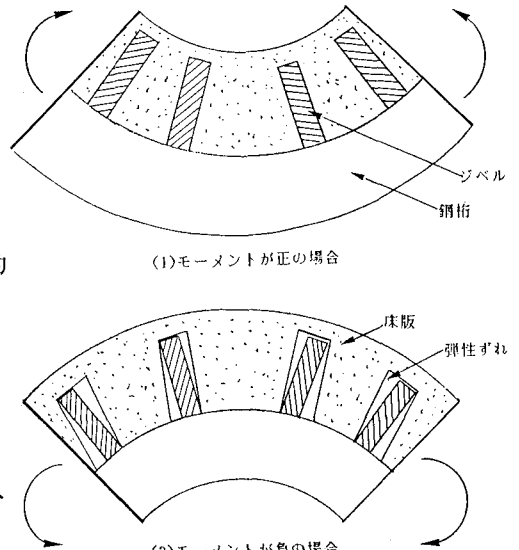


図-1 曲げモーメントによる合成効果

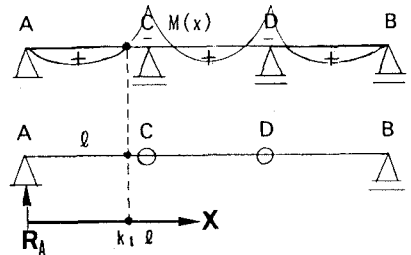


図-2 共役ばり法

$$\delta_p = R_A h \ell - \int_0^{h\ell} \bar{\phi}_1(s, x) (h\ell - x) dx \quad (1), \quad \delta_i = R_A h \ell - \int_0^{k_1 \ell} \bar{\phi}_1(s, x) (h\ell - x) dx - \int_{k_1 \ell}^{h\ell} \bar{\phi}_2(s, x) (h\ell - x) dx \quad (2)$$

3. 数値解析例

3～5スパン連続ばり（ $\xi=0.1\sim 10.0$ ）の位置によるたわみの経時挙動と、それぞれにスパン中央におけるたわみクリープ率（D.F.C） ψ_D を算出した。ここでたわみクリープ率とは、クリープによるたわみ量の初期弾性たわみ量に対する比とした。右に、 $\xi=2.0$ の時の3,4スパン連続ばり解析結果を示した。

また、連続合成桁の挙動に影響を与えと思われる無次元パラメータを抽出し、パラメータ解析を行った。使用したパラメータは、 $\rho=E_0/E_1^{1/3}$ 、 $r_0=A_0/A_0$ （床版と、鋼桁の断面積比）、 $Z=E_0A_0\pi^2/C\theta^2$ （ E_0 は鋼桁のヤング率）、 $m=M(x)/eE_0A_0$ （ $M(x)$ は合成桁の位置 x に持続作用する曲げモーメント、 e は床版鋼桁間の重心距離）等で、これらとたわみクリープ率 ψ_D の関係をできるだけ簡略化された式で表現した。ここに ψ_D と r_0 の関係を示す。

$$\psi_D=3.02[1-0.84\exp\{-0.208(r_0-1)\}] \quad (3)$$

またこの式によるグラフが図-5中に実線で描かれている。

4. むすび

本研究では、床版と鋼桁の合成度に着目し ψ_D という指標を用いてプレキャスト合成床版桁の解析を行ったが、合成度が連続桁の挙動に多大な影響を与えることが判明した。また、複数の無次元パラメータを用いて連続合成桁の挙動が明らかにされた。

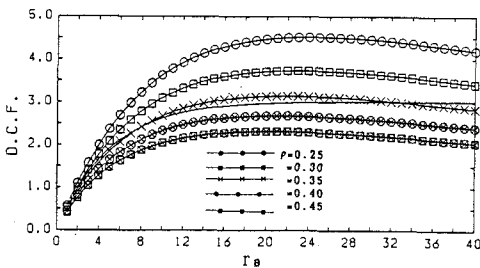
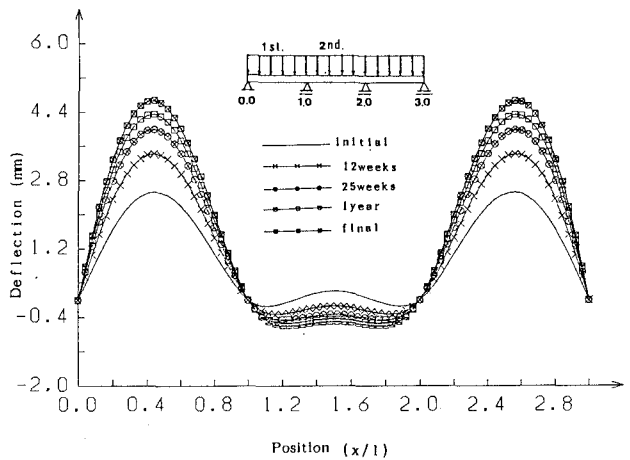
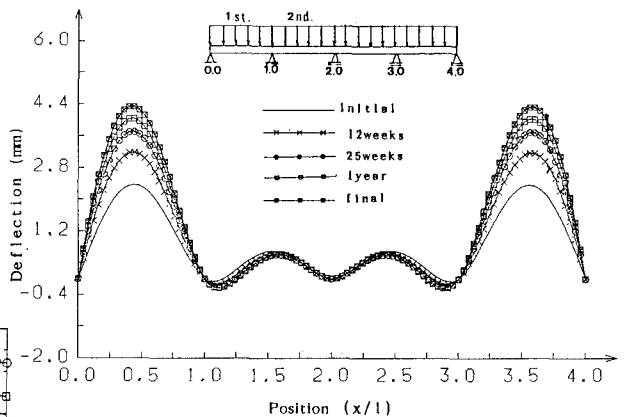


図-5 ρ を変化させたときの r_0 と ψ_D の関係（3スパン連続ばり；実線は式（3）による）



span	ξ				
	0.1	1.0	2.0	5.0	10.0
1st.	1.1271	1.1234	0.8534	0.4496	0.3361
2nd.	-4.6753	-4.3272	-3.6649	-2.5085	-2.0685

図-3 3スパン連続ばりのたわみの経時挙動
たわみクリープ率



span	ξ				
	0.1	1.0	2.0	5.0	10.0
1st.	1.2395	1.0939	0.8294	0.4344	0.3258
2nd.	-0.2758	-0.2854	-0.2748	-0.2568	-0.2238

図-4 4スパン連続ばりのたわみの経時挙動
たわみクリープ率

〈参考文献〉

- 1) 中井博：プレキャスト床版合成桁橋の設計・施工，森北出版，（1988）
- 2) 林，渡邊，中井，竹中：プレキャスト床版を有する連続合成桁のクリープ・リラクセーションに関する基礎的考察，土木学会第43回年次学術講演会講演概要集 Vol.1 I-168，（1988）