

竹中技術研究所

岡田 克也

正会員 ○川上信博

米沢敏男

1. まえがき 工場生産のプレテンションPC部材においては、PC鋼材（以下ストランドと記す）を有効に利用するため初期緊張力と鋼材許容引張力と同程度にとり、また型枠回転率や作業工程の関係から蒸気養生を実施することが多い。しかし養生条件によってはストランドの破断、あるいはプレストレスの損失が生じることがある。今回、著者等は工場製作したPC部材の、養生中のストランド緊張力ならびに蒸気養生による導入時のプレストレス損失量について実測する機会を得たので報告する。

2. 部材製作 部材製作は、全長約30mの鋼製バットとプレテンションアバットを用いたロングライン方式で行なった。使用したコンクリートは、オ1種軽量コンクリートで配合

と表-1に示す。鋼材は、スタビライズドPCストランドを用い性質を表-2に示す。養生方法は、コンクリート打設後、バット全体をシートで覆い、図-1に示すような条件で蒸気養生を行なった。

3. 測定方法 測定方法と図-2に示す。ストランド緊張力は、ロードセルを用いてマクロック付デジタルひずみ計で測定した。温度は熱電対を用いた。また、導入時のコンクリートひずみは、部材中央に埋設したゲージタイプのコンクリートひずみ計より測定した。

4. ストランド緊張力とコンクリート応力の推定方法 養生中の露出部ストランドとコンクリート中ストランドの緊張力およびコンクリートの圧縮力は図-3に示す推定式を用いた。コンクリート打設後6, 6.5, 7時間後にコンクリートとストランドとの間に付着が発生するものと仮定し（Bond-6, 6.5, 7と略記）計算を行なった。温度 ΔT_1 , ΔT_2 は、露出部ストランドとコンクリート部材中央の実測温度である。コンクリートの弾性係数は、コンクリート温度より求めた積算温度から推定した。また、Bond-6.5については、露出部ストランドの長さのコンクリート部材長さに対する比 $\frac{L_2}{L}$ と $\frac{1}{10}$, $\frac{1}{5}$, $\frac{1}{2}$, 1と変化させた場合についても計算を行なった。一方、導入プレストレスは、図-4に示す推定式を用いて計算を行なった。

表-1 コンクリートの配合

S.L (cm)	W/C (%)	砂 (%)	単位量 C	単位量 W	単位量 S	単位量 Gr	G;早強 S;早強 H砂 G;ヒトシ
8	43.3	53	450	195	893	462	

表-2 使用ストランドの性質

公称径 (mm)	断面積 (cm ²)	引張荷重 (kg)	降伏荷重 (kg)	弾性係数 (kg/cm ²)	伸び率 (%)
9.3	0.519	10050	9400	1.96×10^6	6.9

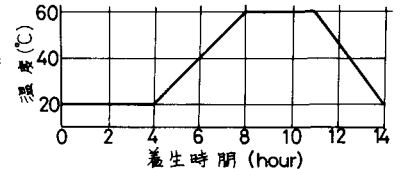


図-1 養生条件

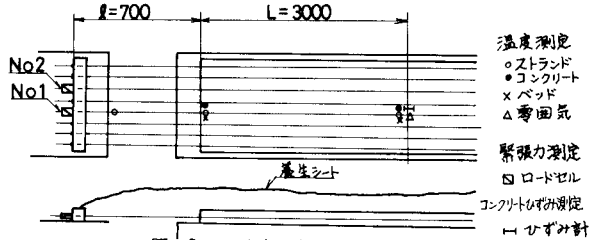


図-2 測定位置

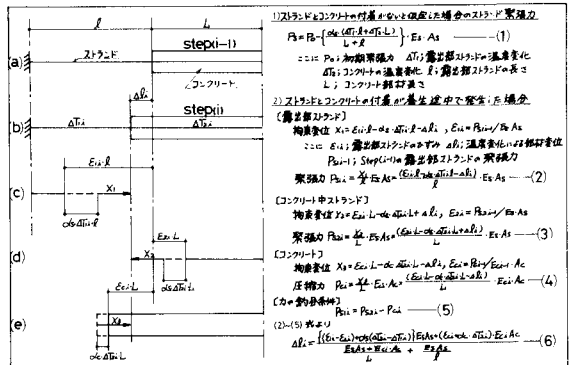


図-3 養生中のストランド緊張力とコンクリート応力の推定Model

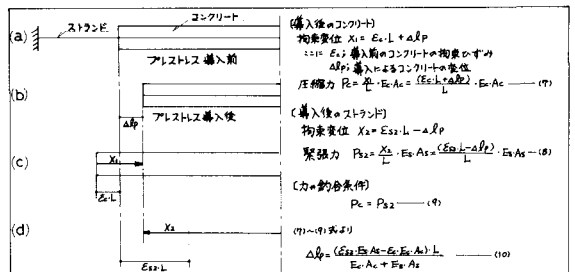


図-4 導入プレストレスの推定Model

5. 測定結果と推定式による計算結果の比較検討

5.1 露出部ストランドの緊張力 Bond-6, 6.5, 7

における緊張力の計算値と実測値を図-5に示す。緊張力は、コンクリート打設終了まで変化なく、蒸気養生開始とともに変化し初期緊張力に対する増減率についてみると、養生時間4時間の前置養生終了時で4%、11時間の最高養生温度時で23%減少している。その後温度降下に伴い緊張力は回復し、14.5時間の導入前では12%増加している。計算値も実測値とほぼ同様の挙動を示しており、養生温度の降下量が多い場合、ストランドの破断も考えられる。

一方、Bond-6.5について $\frac{R}{R_0}$ と変化した場合の計算結果を図-6に示す。この結果、 $\frac{R}{R_0}$ と大きくすることによって導入前の緊張力を抑制することが可能と思われる。

5.2 コンクリート中ストランドの緊張力 緊張力計算結果を図-7に示す。この結果、緊張力は養生中あまり変化しないと思われる。

5.3 コンクリートに生じる応力 養生中コンクリートに生じる応力の計算結果を図-8に示す。最高養生温度までは圧縮応力、温度降下に伴って引張応力が作用する傾向が認められる。導入前では4~10 $\frac{R}{R_0}$ の引張応力が作用し急激な温度降下等の養生条件によっては、ひびわれの発生も考えられる。

5.4 導入プレストレスカ 導入プレストレスカと初期緊張力に対するプレストレス損失量の実測値と計算値を表-3に示す。損失量の実測値は8.4%でありこのうちコンクリートの弾性変形による損失量は3.2%であり、本部材の養生条件による損失量は5.2%であった。付着時間と変えた場合の計算値は、6.1~8.1%であった。Bond-6.5について $\frac{R}{R_0}$ と変化した場合については、露出部の長さ L と長くすることによって若干ではあるが損失量が多くなる傾向が認められた。

6. まとめ 本測定より明らかになったことは以下のとおりである。

- (1) 検討に用いた推定式は、蒸気養生と行なったプレテンション部材のストランドの挙動ならびにプレストレス導入時の損失量を検討するうえで有効なものと考えられる。
- (2) プレテンション方式で、蒸気養生と行ない部材製作する場合、初期緊張力は、PC鋼材の許容引張力とある程度低減して設定するか、あるいは $\frac{R}{R_0}$ と大きくするような製作計画を立てる必要があろう。
- (3) プレストレスの導入は、養生温度とあまり降下させない時期に行なうべきであろう。

参考文献

P.W.Keene: Curing pretensioned concrete at high temperature
Reprinted from Interbuild, Vol.3, No.3, March, 1970

猪股: PC部材におけるPC鋼材レラクセーションによるプレストレス損失量の計算方法について
プレストレスコンクリート, Vol.16, No.6, Dec. 1974

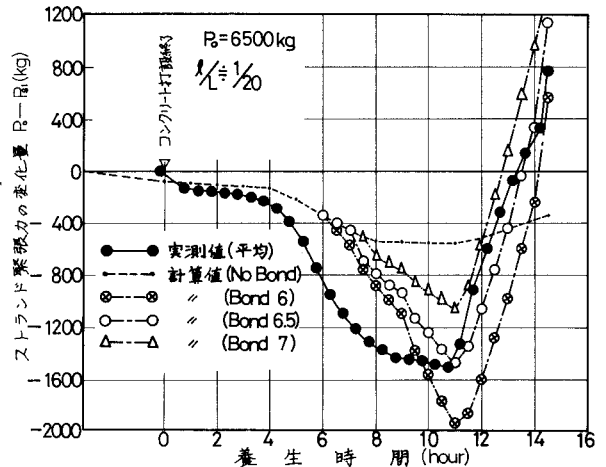


図-5 露出部のストランド緊張力の計算値と実測値

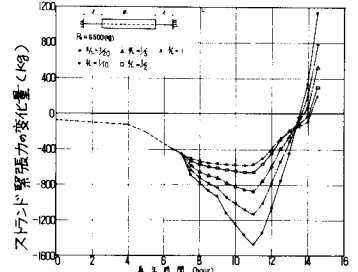


図-6 ストランド緊張力の計算値

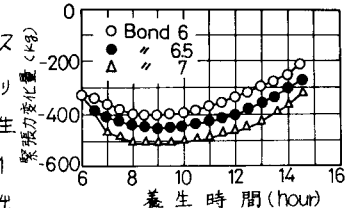


図-7 コンクリート中ストランドの緊張力

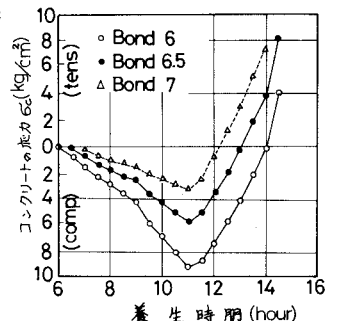


図-8 コンクリートに生じる応力計算値

表-3 導入プレストレスと損失量

		$\frac{R}{R_0}$	導入プレストレス R_0 (kg)	損失率 (%)
計	実測値	1/20	5954	8.4
		1/20	6104	6.1
	養生時間 10時間 付着時間 10時間	1/20	5976	8.1
		1/10	5960	8.3
		1/5	5940	8.6
		1/2	5922	8.9
算	値	1	5904	9.2
		1/20	5980	8.0