

V-243 モデレートプレストレスによる温度ひびわれ制御効果について

間組 土木本部 設計部 正会員 下田 努
 間組 土木本部 設計部 松本 茂生
 間組 土木本部 設計部 正会員 庄野 昭

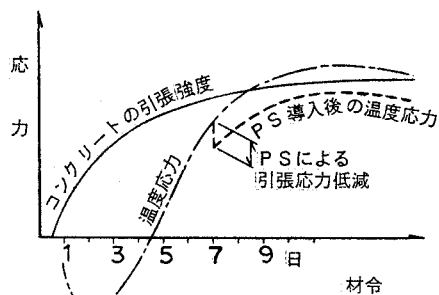
1. はじめに

セメントの水和熱に起因する温度ひびわれ制御対策に関して、現在多くの方法が提案・実施されている。この中で、わが国では主に使用材料・施工面からの対策に重点が置かれてきた。しかし、構造物の耐久性の向上、要求品質の確保が求められる中で、温度応力自体を制御する方法は有効な手段であると考えられる。

このような現状を踏まえ本文では、RC沈埋トンネルを対象として、温度変化によって生じる引張応力を抑制するモデレートプレストレスに関する検討を行った。

2. モデレートプレストレスによる温度ひびわれ制御の概念

図・1に、プレストレス導入効果の概念図を示す。モデレートプレストレスによるひびわれ制御とは、コンクリート硬化時に発生する内部・外部拘束応力を対象として、比較的低いレベル(5~15kgf/cm²)のプレストレスを若材令時に導入することにより、温度ひびわれを制御しようとするものである。しかし、温度応力の評価に加え、若材令時のプレストレスングであるため、その時期、大きさ、およびコンクリートのクリープによる導入力の低減などが課題となる。また、対象部材(側壁)が底盤によって拘束を受けていることから、ひびわれ防止に有効なプレストレスの導入方法を、施工性・経済性を含めて考慮する必要がある。



図・1 プレストレスの導入効果

表・1 基礎実験試験項目

試験項目	材 令			
	練り上がり直後	3 日	5 日	7 日
フレッシュコンクリートの性状	○	—	—	—
圧縮クリープ	—	○	○	○
圧縮強度	—	○	○	○
静弾性係数	—	○	○	○

注) 圧縮クリープ試験は、上記材令時に載荷し、以後継続して測定。

3. 基礎実験、およびプレストレスの導入方法

ここでは、上記課題を検討するにあたり、若材令コンクリートの力学的特性、クリープ特性を試験した。表・1に試験項目を、表・2に配合を示す。

表・2 配 合

配合の種類	相帯材の寸法 mm	目標スランブ cm	目標空気量 %	水セメント比 %	細骨材率 %	単位置 (kg/m ³)				
						セメント C	水 W	相帯材 S	相帯材 G	混和剤 (Z)
普通コンクリート	20	8 ± 1	4 ± 1	45	38.5	309	139	707	1152	0.773
低発熱コンクリート				52		263	137	717	1170	0.658

注) 普通コンクリート: 普通ポルトランドセメント, 低発熱コンクリート: 高炉B種を使用。σ_{ca} = 400kgf/cm²

3-1 基礎実験

フレッシュ時・硬化時の性状を、表・3に示す。クリープ試験結果を、図・2に示す。クリープひずみは、フーゲンベルガー式ひずみ計により測定し、試験供試体と同時に作成したダミー供試体の測定値を補正して求めた。

その結果、セメントの種別にかかわらず圧縮強度は積算温度から精度良く推定され、クリープ特性値(δ)

は、圧縮強度から得られる係数C、aにより次式で整理できた。

$$\delta = C (1 - e^{-a(t-t_0)})$$

3-2 プレストレスの導入方法

導入力、導入位置、導入順序

表・3 コンクリートの試験結果

	フレッシュ時			硬 化 時					
	スランブ cm	空気量 %	温 度 °C	圧縮強度 kgf/cm ²			静弾性係数 × 10 ⁴ kgf/cm ²		
				3 日	5 日	7 日	3 日	5 日	7 日
普通コンクリート	8.5	4.8	20.0	228	298	340	2.73	2.98	3.26
低発熱コンクリート	7.5	4.5	19.5	67.4	101	120	1.72	1.85	1.99

が、壁体内の応力分布状況に及ぼす影響をFEM解析により検討した。解析モデルを、図・3に示す。図・4に、側壁のみと、側壁および底盤に10 kgf/cm²程度のプレストレスを導入した場合の応力分布図を示す。その結果、側壁全断面と、すでに打設された底盤内にプレストレスを導入しなければ底盤付近の側壁まで導入力が伝達されることが判明した。

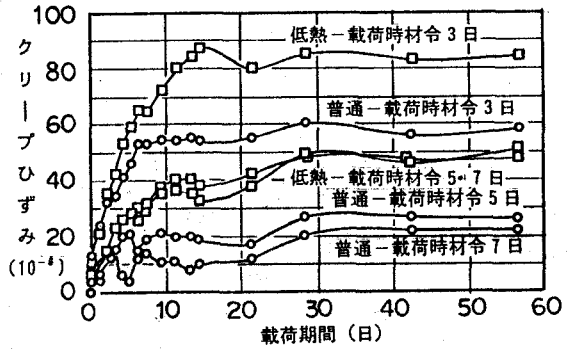
4. 基礎実験結果にもとづく温度ひびわれ制御効果の予測

若材令コンクリートの載荷時諸性状と、ひびわれ制御に有効なモデレートプレストレスを側壁中央部に導入することが可能であることが確認された。そこで、2方向放熱モデルにより、コンクリートの力学的特性、クリープ特性、およびセメントの種別など計算上取り入れられる要因を全て網羅して、モデレートプレストレス実施時の温度、応力履歴を算定し、ひびわれ制御効果について検討した。材令10日に $\sigma = 15 \text{ kgf/cm}^2$ のプレストレスを導入した場合の応力履歴結果を、図・5に示す。クリープによる導入力の低減があっても、8 kgf/cm²程度のコンクリート内に発生する引張応力の低減が可能と予測された。

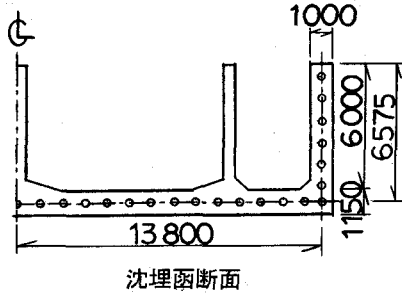
5. まとめ

モデレートプレストレスは、ひびわれ制御工法として有効である。しかし、実施工(例:沈埋函)を想定すると、底盤の緊張・定着作業は、側壁打設ブロック毎に行う必要があることと、底盤が先行して打設されていることから複雑な作業となる。そこで、今後、実施工を考慮した現実的なプレストレス導入方法を考えていかなばならない。

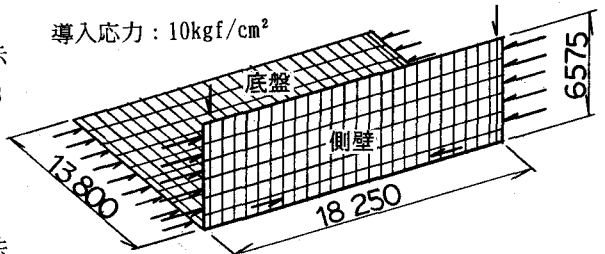
最後に、検討にあたり宇都宮大学・佐藤良一先生のご指導を賜ったことをここに報告する。



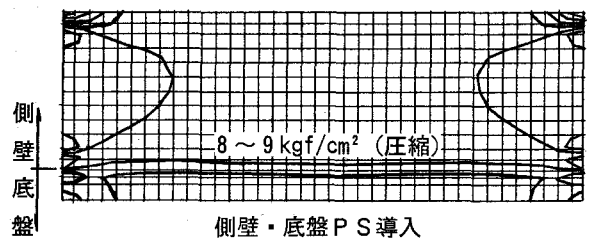
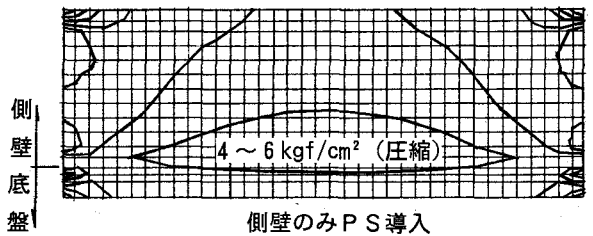
図・2 クリープ試験結果



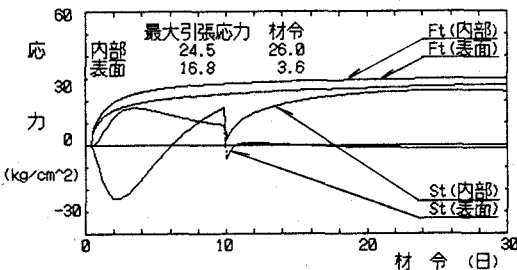
導入応力: 10kgf/cm²



図・3 FEM解析モデル



図・4 FEM解析応力分布図(延長方向)



図・5 応力履歴