

V-156

沈埋函体コンクリートの温度ひび割れに関する調査・検討

首都高速道路公団 岩城 一郎
同 上 浜井 武
多摩川トンネル J V 松岡 彰

1, はじめに

高速湾岸線の多摩川・川崎航路トンネルは、沈埋工法により建設が進められているが、函体は水密性が要求される反面マッシブなコンクリート構造となることからセメントの水和熱に起因する温度ひび割れが懸念された。前年度検討では基礎的な室内試験及び温度応力解析を行った結果、温度ひび割れ対策として低発熱型高炉B種セメントを使用し、下床版からの拘束をうける側壁については夏期にプレクーリング工法によるコンクリート打設を行うことにした。その後、液化窒素を冷媒としてプレクーリングを行い、実物大の供試体で現場試験を行った結果、所定の温度低減効果を得られることが確認されたため、液化窒素によるプレクーリング工法を採用することにし、使用期間を7月～9月までとした。

実施にあたり、図-1に示すプレクーリングの対象範囲について6月～10月までの温度及び温度応力の計測並びに温度ひび割れの発生状況を調査し、実構造物の挙動、ひび割れの発生要因等についての検討を行った。本報告は、これらの検討結果からプレクーリングを行わなかった場合のひび割れ状況を推定し、プレクーリングを行った実測値と比較することにより本函体におけるプレクーリング効果について検討したものである。

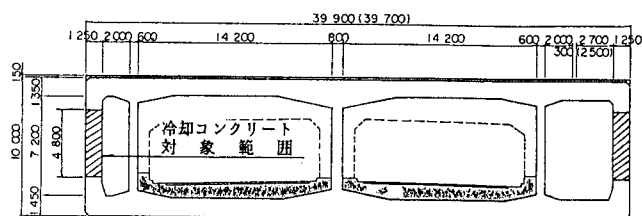


図-1 沈埋函断面図

2, 計測結果

函体側壁に埋め込まれた熱電対によるコンクリートの温度履歴計測結果より、コンクリートの温度はプレクーリングの有無にかかわらず材令約3日で最大となり材令14日程度で外気温とほぼ等しくなった。（図-2参照）

また、コンクリートの応力履歴については、材令約3日で最大圧縮応力に達し、その後引張側に移行し、14 kgf/cm²程度でひび割れによる急激な応力変動があった。

（図-3参照） 図-2、図-3は、よく整合のとれた傾向を示していると思われるが、ひび割れ発生時の引張応力については、引張供試体により測定された強度に比べ、かなり小さい値となった。これは、函体内に設置したコンクリート歪み計の測定値に室内試験で得られた各材令のコンクリートの弾性係数を乗じていることによる誤差が影響していると考えられる。

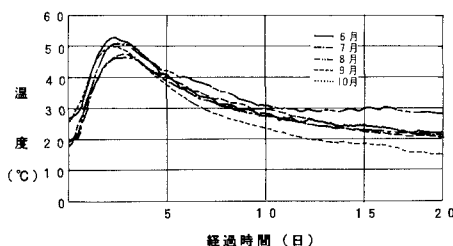


図-2 温度履歴計測結果

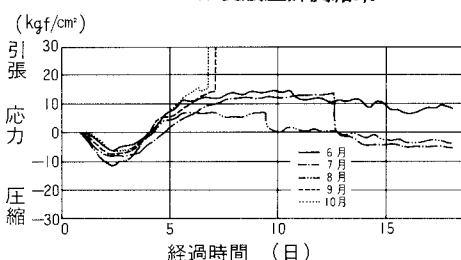


図-3 応力履歴計測結果

3, ひび割れ調査結果

調査期間は6～10月までとし、打ち込み後1ヶ月までに函体側壁部で発生した温度ひび割れを各ブロックごとに目視で観察を行った。ひび割れの状況は、下床版と直角方向にほぼ一定間隔で発生しており、過去の壁部の温度ひび割れに関する文献等で報告されている結果と同様の傾向を示した。表-1に測定結果を示す。表よりひび割れの各測定値を目的変数とし、温度ひび割れの発生に寄与すると考えられる要因を説明変数として単回帰分析を行った結果、各目的変数に最も高い相関を示した要因は、打ち込み温度と材令1ヶ月後の1週間の平均温度との差（温度差）であった。（表-2参照）

データ No.	目的変数			説明変数			
	最大ひび われ幅 (mm)	ひび割 れ本数 (本)	縮ひび われ幅 (mm)	打ち 込み 月	打ち込み 温度 (℃)	温度 降下量 (℃)	温度差 (℃)
1	0.08	1	0.08	6	27.2	23.8	3.4
2	0.14	5	0.47	6	24.8	24.7	0.1
3	0.11	3	0.28	6	28.5	31.9	-3.4
4	0.14	4	0.38	7	19.5	28.1	-8.6
5	0.10	3	0.21	7	19.8	19.9	-0.1
6	0.10	5	0.57	7	19.5	20.9	-1.4
7	0.11	2	0.15	7	19.6	15.4	-4.2
8	0.20	5	0.77	7	19.8	19.5	-0.3
9	0.08	2	0.18	7	19.8	14.7	-5.1
10	0.05	1	0.09	8	19.8	24.8	-5.0
11	0.10	7	0.83	8	21.8	27.7	-5.9
12	0.23	7	0.77	8	26.9	29.8	-2.9
13	0.13	3	0.45	8	19.9	27.1	-7.2
14	0.12	3	0.32	9	17.1	22.0	-4.9
15	0.13	6	0.84	9	16.2	28.1	-11.9
16	0.18	4	0.52	9	16.9	22.9	-6.0
17	0.25	7	1.10	9	16.2	27.5	-11.3
18	0.19	4	0.53	9	16.5	24.3	-7.8
19	0.20	3	0.46	9	16.4	25.9	-9.5
20	0.30	12	1.92	10	23.9	33.7	-9.8
21	0.26	6	1.38	10	24.3	35.8	-11.5
22	0.28	9	1.55	10	28.2	40.0	-11.8

4, プレクーリングの効果

以上の結果をもとに本函体におけるプレクーリングの効果について検討を行った。検討方法として、単回帰分析により求められた各ひび割れ調査結果と温度差との回帰式を用いて7～9月までのプレクーリングを行わなかった場合のひび割れ性状を推定し、プレクーリングを行った場合の実測値との比較を行った。図-4にプレクーリングの有無と総ひび割れ量との関係を示す。図よりプレクーリングを行ったことにより各月のひび割れ量は半分以上に低減されることがわかった。また、同様に行われた検討結果より、ひび割れ本数については平均2～3本減少し、最大ひび割れ幅についてはプレクーリングを行わなかった場合が平均0.3mm程度であったのに対し、プレクーリングを行った場合は0.2mm程度となった。以上より、いずれの場合もプレクーリングの効果は十分期待できる結果となった。

表-1 ひび割れ調査結果

説明因子 (X)	対象データ	目的因子 (Y)		
		縮ひび割れ幅 (mm)	ひび割れ本数 (本)	最大ひび割れ幅 (mm)
打ち込み温度	全データ	0.310	0.255	0.202
(℃)	6月のデータ を除いた場合	0.719	0.617	0.568
温度差	全データ	0.744	0.659	0.575
(℃)	6月のデータ を除いた場合	0.907	0.808	0.832
温度降下量	全データ	0.728	0.645	0.653
(℃)	6月のデータ を除いた場合	0.858	0.770	0.744

表-2 相関係数一覧

5, あとがき

今回の検討により、実際の函体側壁部での温度応力によるコンクリートの挙動、プレクーリングの効果といったものが明らかにされたが、各函体あるいは測定月ごとの測定値についてはかなりの変動があり、その原因等解明されていない点も多く残された。現在、現場では1期施工分の函体コンクリート打設が完了しているが、今後これらの点を明らかにすることにより2期施工に向けてより有効なひび割れ制御を行うよう検討を進めていく必要があると考えられる。

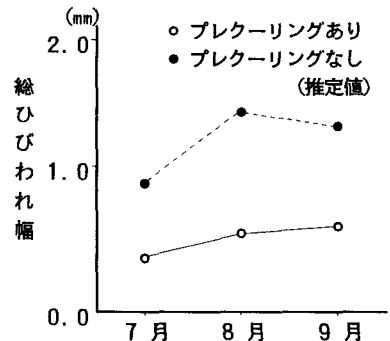


図-4 プレクーリングの有無とひび割れの関係