

V-202 プレクーリングによる壁状構造物の温度応力低減効果

橋大林組技術研究所 正会員 小沢 郁夫
 橋大林組技術研究所 正会員 十河 茂幸
 橋大林組技術研究所 正会員 新開 千弘

1. まえがき

マッシブな鉄筋コンクリート構造物の温度ひびわれ制御のうち、最もその制御が困難と考えられるのは壁状構造物である。その理由としては、一般に拘束度が大きいこと、外気温の影響を受けやすく、温度降下が比較的早く生じること、などが挙げられる。したがって、このような構造物に対しては、予めコンクリート温度を下げておくプレクーリングが有効となる。本研究は、コンクリートをプレクーリングし、壁状構造物モデルでその効果を確認したものである。

2. 実験概要

2.1 試験体と組合せ -- 壁状構造物モデルを、図-1に示す。壁厚20cm、高さ90cm、長さ15mとし、周囲を10cmの発泡スチロールで覆ったものとした。なお、拘束体となるベースコンクリート断面は幅1.0m×高さ0.8mで被拘束体との断面積比は3:8とした。なお、壁体の配力鉄筋比は0.34%である。試験体数は3体とし、目標冷却温度を5℃、10℃の2ケースとし、冷却しないものと比較した。

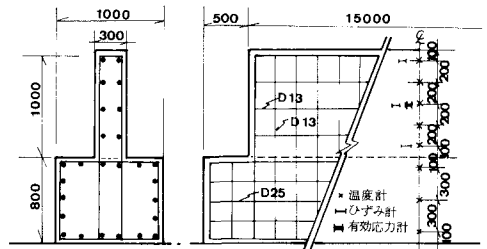


図-1 壁状構造物モデル

2.2 使用材料および配合

表-1 コンクリート配合

コンクリート配合を表-1に示す。液体室素によりクーリングする場合は、冷却時にアジテートするため若干スランプロスを生じるものと想定し、単位水量を増した。

配合 NO.	粗骨材の 最大寸法 (mm)	スランプ (cm)	空気量 (%)	W/C (%)	S/a (%)	単位重量 (kg/m³)				
						W	C	S	G	A d m
1	25	10	4	44.0	40.7	163	370	723	1076	0.873
2	25	12	4	45.4	40.7	167	368	719	1071	0.869
3	25	17	4	47.0	40.7	172	366	715	1064	0.864

セメントは普通ポルトランドセメント、粗骨材は荒川産川砂利と名栗産砕石の混合で、比重2.67、吸水率0.90%、細骨材は荒川産川砂と佐原産陸砂の混合で比重2.60、吸水率1.90%、粗粒率2.86である。

2.3 冷却方法 -- コンクリートのプレクーリングは生コン車内に直接液体室素を投入する方法とした。投入時の圧力は5kg/cm²とし、投入時間で液体室素の量を管理した。投入時間は5℃冷却する場合で約5分、10℃冷却する場合で約10分である。

2.4 計測方法

表-2 コンクリートの性質

温度上昇および温度応力の低減効果を把握するため、壁体中央に図-1に示すように、温度計(Cu-Co熱電対)、ひずみ計(KM-100B)、有効応力計(GK-505-60)を設置し、自動計測を行った。

配合 NO.	測定時期	スランプ (cm)	空気量 (%)	コンクリート温度 (°C)	強度と 弾性係数	材 令 (日)				
						1	3	7	14	28
1	—	10.0	2.9	18.0	σ_c (kgf/cm²)	79	235	373	429	485
					σ_t (kgf/cm²)	—	22.5	30.6	35.1	34.8
					E_c (×10³ kgf/cm²)	1.62	2.44	2.81	3.20	3.38
2	冷却前	11.5	2.8	17.0	σ_c (kgf/cm²)	55	226	363	401	455
	冷却後	10.5	4.2	11.5	σ_t (kgf/cm²)	—	25.1	29.4	32.3	28.0
					E_c (×10³ kgf/cm²)	1.47	2.27	2.86	3.10	3.34
3	冷却前	17.5	2.9	17.0	σ_c (kgf/cm²)	41	186	295	352	399
	冷却後	17.5	3.6	7.6	σ_t (kgf/cm²)	—	21.1	26.9	30.3	28.9
					E_c (×10³ kgf/cm²)	1.15	2.19	2.67	2.96	3.26

3. 実験結果および考察

3.1 フレッシュコンクリートの性質

-- 液体窒素による冷却時のスランプロスはまったく見られず、若干空気量が増加する傾向があった。測定結果を表-2に示す。冷却後のコンクリート温度は、ほぼ目標通り低下し、約5.5℃および9.4℃であった。使用した液体窒素量は約300kgおよび600kgである。

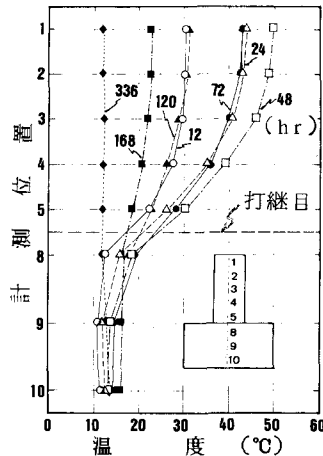


図-3 断面内温度分布

3.2 硬化コンクリートの性質 -- 圧縮強度試験結果を、表-2に示す。プレクーリングしたコンクリートの若材令強度は、温度の影響で若干小さかった。一般に、コンクリート温度が低いと初期強度は小さくても長期材令ではむしろ高くなると言われるが、本実験結果では、長期強度での回復が認められなかった。これは単位水量の増量に伴う水セメント比の違いによるものと思われる。

3.3 プレクーリングによる温度上昇低減効果 -- 壁中心の温度履歴をプレクーリングの有無で図-2に比較した。コンクリート打設時温度が低い程、温度上昇がゆるやかで最高温度も低く、ほぼプレクーリングされた温度だけ最高温度も低くなる。図-3は、ベースコンクリートも含めた温度分布を各材令ごとに示したものである。壁上部も断熱しているため、実構造物とは若干異なる傾向を示すが、断熱することにより温度上昇降下の傾向は、かなり実構造物に近いと思われる。

3.4 プレクーリングによる温度応力低減効果 -- 図-4は中央断面におけるひずみから算定した温度応力の経時変化である。ベースコンクリートが壁体を拘束し、壁体は温度降下に伴ない引張応力が増加する。壁中央の応力発生状況を有効応力計で比較した結果を図-5に示す。いずれの場合もひびわれ発生にまでは至っていないが、プレクーリングによる冷却温度が低い程、引張応力の発生時期が遅く、また温度降下に伴う発生応力も小さく10℃で約8.5kg/cm²の応力低減効果が認められる。

4. あとがき

従来、プレクーリング工法は、大規模な設備を要するため、多量のコンクリートを打設する工事においてしか実施できなかった。しかし、液体窒素によるプレクーリングは簡易な設備で可能であり、壁状構造物などの打設量の比較的少ない場合にも、有効に温度ひびわれ制御に利用できると考えられる。本実験において、この工法によりプレクーリングした壁状構造物モデルにおいて、その温度上昇低減効果、温度応力低減効果を把握したが、その効果が極めて大きいことが確認できた。しかし、断熱したモデルであり、実構造物とは若干異なるものと考えられ、今後は、実構造物においてさらに検討したい。

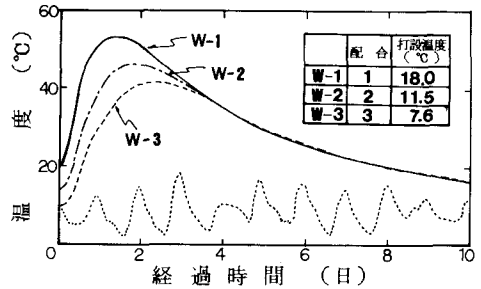


図-2 コンクリート温度の経時変化

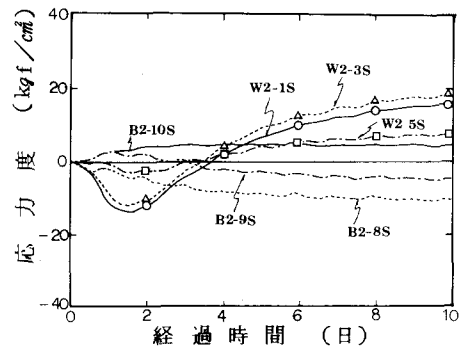


図-4 発生応力度の経時変化（ひずみ計）

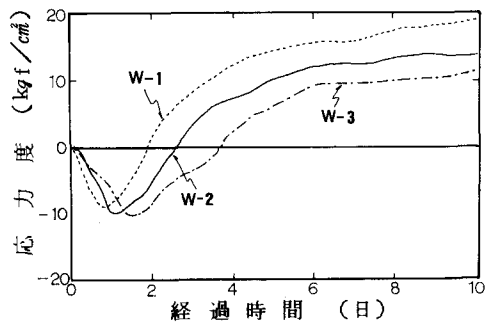


図-5 発生応力度の経時変化（有効応力計）