

株式会社奥村組 正員 ○岸本章士
株式会社奥村組 正員 竹内幹雄

1. はじめに

近年、高い品質を要求される大型コンクリート構造物が増加するなかで、コンクリートのひびわれ発生原因とされる温度応力、乾燥収縮・クリープ特性並びに打設・養生等の施工方法の研究が盛んに行なわれている。ところで、今回当社の大型耐震実験設備である反力床壁コンクリート構造物の設計・施工において、その機能上高い品質を必要とした。技術上の主な問題点は、実験精度確保のための仕上り精度とひびわれを許されない高強度のマスコンクリート構造となっている点である。そこでここでは、ひびわれ防止対策に適用したコンクリートの配合とその特性並びにコンクリートの挙動計測結果について、主に述べる。

反力床壁構造物の概略形状寸法を図－１に示す。

2. コンクリートについて

配合設計条件としては、設計基準強度 380 kg/cm^2 とし、その保証材令を 91 日とした。目標スランブ値は 10 cm とし、空気量は 4.5% としている。粗骨材の最大寸法は、ポンプ打ちの採用により 25 mm とした。材料としてセメントは、中庸熱ポルトランドセメントを使用し、混和材としてフライアッシュを混和率 20% で用いた。骨材は、川砂（鬼怒川関本産、比重 2.59 、 $\text{FM}2.62$ ）、川砂利（鬼怒川川島産、比重 2.60 、 $\text{FM}6.94$ ）を用い、凝結遅延型 AE 減水剤の使用により、単位水量の低減をはかるとともにワーカビリティの向上をはかった。

コンクリートの配合を表－１に示すが、単位水量の低減により、同一水セメント比を得る単位セメント量を減らす事が出来、コンクリートの水和熱による温度上昇特性についても有利な配合となっている。

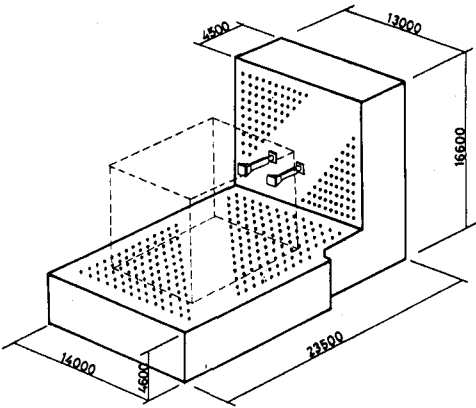
コンクリートの断熱温度上昇試験より得られた温度上昇式を次式に示す。

$$T = 30.5 (1 - e^{-0.71t})$$

ただし、 T ：打設温度 21°C からの温度上昇 ($^\circ\text{C}$)

t ：打設後のコンクリート材令 (日)

コンクリートの割裂強度特性を図－２に示す。材令 91 日で約 38 kg/cm^2 の割裂強度が発現している。

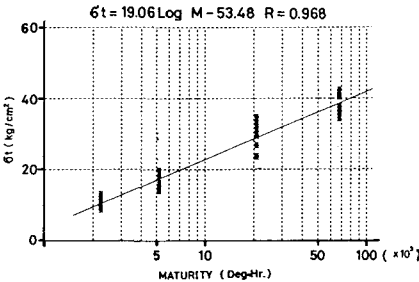


図－１ 反力床壁概略形状寸法図

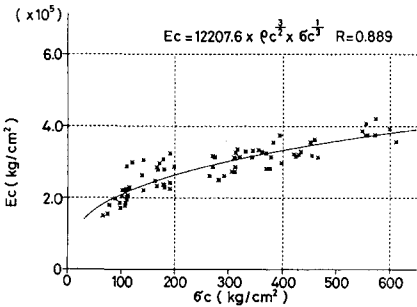
表－１ コンクリートの配合

スランブ (cm)	空気量 (%)	粗骨材 最大寸法 (mm)	W/C (%)	S/a (%)	単位量 (kg/m³)					
					水	中熱セメント	フライアッシュ	粗骨材 (川砂)	粗骨材 (川砂利)	AE減水剤
10	4.5	25	40	40	134	268	67	746	1126	1.172

但し、スランブ値については、流動化剤の現場後添加により打込み時は 15 cm としている



図－２ コンクリート割裂強度



図－３ コンクリート圧縮強度・弾性係数図

3. 計測について

コンクリートと鉄筋の挙動を調べるためにコンクリートの温度、歪、有効応力ならびに鉄筋応力の計測を行った。計測は、マイクロコンピュータによる自動計測である。その使用計測器を表-2に示す。

図-4～6に反力床下床におけるコンクリート温度、応力、歪並びに鉄筋応力の計測結果の一例を示す。

図-4は反力床下床部コンクリートの温度変化を示している。湛水養生によりコンクリート温度上昇を20℃以内に抑えている。パイプクーリング等養生管理は、温度計測値を用いて行なっている。

図-5は、同断面におけるコンクリートの有効応力を示している。これは、外部拘束が小さく内部拘束が卓越するパターンと考えられる。表面部は温度上昇時に引張り応力が発生し、最高温度時点をさかいとして、応力が圧縮側に移行していつている。逆に、断面中央部並びに下部は、温度上昇時には圧縮応力が発生し、温度下降時には引張り側へ移行していく典型的な応力パターンを示した。18日後に次のコンクリートを打設したが、その影響は打ち足しコンクリートの温度が上昇を示している間、表面部は圧縮側へ、中央部、下部は引張り側へ応力が移行する。打ち足しコンクリートの温度が下降しはじめると全断面圧縮側へ移行していく。この傾向は、各リフトで共通してみられた。

図-6は、同断面における鉄筋応力の変化を示す。コンクリートの応力と傾向的には同様な挙動を示すがごく若材令時コンクリート温度上昇時に膨張特性の差異により、圧縮応力を受けているのが特徴的である。

また、外気温の日変化の影響を受けているのが、はっきりとわかる。

4. まとめ及び今後の課題

- ①コンクリートの水和熱特性をゆるやかにするために用いた中庸熱ポルトランドセメントとフライアッシュ並びに遅延型減水剤の使用は、高強度のマスコンクリートのひびわれ対策には、有効であると考えられる。
- ②コンクリートの打設方法、順序、間隔も発生応力に影響し、ひびわれ対策上重要であり、施工計画においてもコンクリートの強度特性を考慮する必要がある。
- ③高い強度品質と施工性を同時に要求されるマスコンクリートでは、流動化コンクリートは、有効である。
- ④ひびわれ対策は、設計施工の一貫した管理が必要。

表-2 測定項目及び計測器一覧表

計 測 項 目		計 測 器	器 種	計 測 数
コン ク リ ー ト	温 度	温 度 計	BT-100B (共和電業製)	32
		熱 電 対	CC熱電対 (二宮電業製)	9
	有効応力	コンクリート 有効応力計	GK-60-202 (東横エルメス製)	18
	ひずみ	コンクリート	BS-25A (共和電業製)	33
		ひずみ計	BS-8F (同 上)	17
			KM-100 (東京測器製)	22
鉄 筋	応 力	鉄 筋 計	BF-22 (共和電業製)	16
鋼 棒	緊張力	ロードセル	BL-100TB (共和電業製)	3

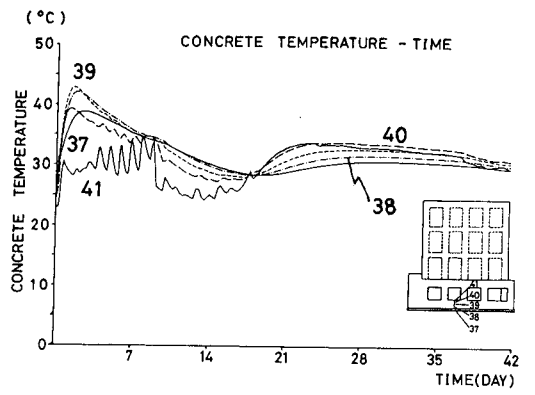


図-4 コンクリート温度変化図

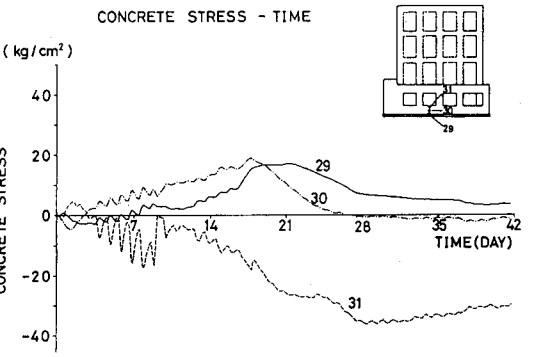


図-5 コンクリート有効応力変化図

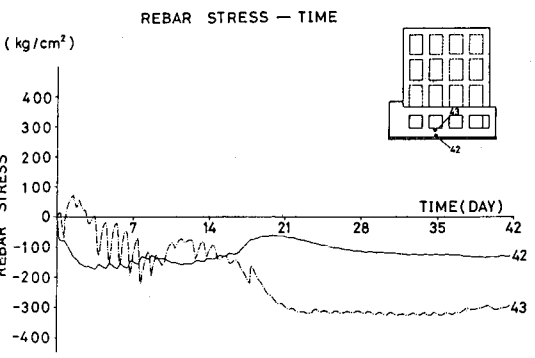


図-6 鉄筋応力変化図