

日本大学大学院 ○学正員 野口 浩一
日本大学 正員 堺 毅
日本大学 正員 越川 茂雄
内山コンクリート工業(株) 佐藤 次郎

1. まえがき

マシブなコンクリート構造物の施工にあたっては、熱びわれの発生を防止するため、水和熱による温度上昇を考慮してコンクリートの配合を決め、打設区割、リフト高さ等の施工方法の計画を立案する必要がある。これらを決定するための検討にあたっては、発生熱応力推定の基礎となるコンクリートの断熱温度上昇について十分把握しておく必要があり、従来、セメントの種類および単位セメント量等がコンクリートの断熱温度上昇に及ぼす影響について数々の研究が行われてきた。しかし、流動化剤がコンクリートの断熱温度上昇に及ぼす影響についての研究は少なく、今後流動化コンクリートのマスコンクリートへの適用を考慮した場合、これらの問題を解明しておくことは極めて重要である。

そこで本研究は、流動化剤がコンクリートの断熱温度上昇に及ぼす影響について、単位セメント量、打設温度、セメントの種類を変化させ試験を行ない検討したものである。なお、実験の要因および組合せは、土木で一般的に使用されるコンクリートの配合の範囲を考慮して表1に示すとおりとした。

2. 使用材料およびコンクリートの配合

セメントは小野田社製普通セメントおよびフライアッシュB種セメント、細骨材は鹿島産川砂(比重2.58・FM2.65)、粗骨材は茨城県新治産山砕石2005(比重2.66・FM6.60)、混和剤は標準型AE減水剤(リグニン系)、流動化剤は標準型流動化剤(メラミン系)を用いた。

コンクリートの配合は単位セメント量を250, 300 kg/m³の2種類、粗骨材量を各配合とも1,024 kg/m³としスランブをベース8 cm, 流動化後15 cm, 空気量4%となるように試験練りを行ない表2に示すとおりとした。

3. 測定方法

コンクリートの製造は強制練りミキサ(容量50ℓ)を使用し、1バッチの量を30ℓとし2分間練り混ぜた。流動化するものはその後流動化剤を添加しさらに30秒間練り混ぜた。

練り上ったコンクリートは所要のスランブ、空気量を満足していることを確認した後、直径・高さとも22 cm, 容量8.36ℓのブリキ製の容器に詰め、空気循環式の断熱温度上昇試験装置に入れ、内蔵の温度記録計でコンクリート温度の経時変化を測定し、コンクリート温度が十分上昇して10時間以上平衡状態を示し上昇しなくなるまで測定した。なお、コンクリートの製造および断熱温度上昇の測定は予定の打設温度に室温を設定した可変恒温室で行なった。

4. 実験結果および考察

表2 コンクリートの配合

断熱温度上昇の最大値および $T = K(1 - e^{-at})$ 式に1時間ごとの実測値をあてはめて求めた実験定数K

表1 要因および組合せ

要 因	水 準
セメントの種類	普 通 高強度
単位セメント量(%)	300, 250 300, 250
打設温度(℃)	30, 20, 10 20
流動化の有無	有, 無 有, 無
計	12 ケース 4 ケース

配合 番号	セメントの 種類	流動化剤の有無	目標スラップベース 流動化後 (cm)		目標スラップ流動化後 量 (%)	水セメント比 (%)	細骨 材率 (%)	単 位 量 (kg/m ³)					流動化 剤 CC C-100
			水	セメント				細骨材	粗骨材	AE 減水剤			
1	普 通 フ ライ ア ッ シュ B 種	有	8	15	4	52	45.7	156	300	836	1024	0.750	840
2		無	8	—	4	52	45.7	156	300	836	1024	0.750	—
3		有	8	15	4	60	47.3	150	250	893	1024	0.625	840
4		無	8	—	4	60	47.3	150	250	893	1024	0.625	—
5		有	8	15	4	52.3	45.7	151	300	836	1024	0.750	840
6		無	8	—	4	52.3	45.7	151	300	836	1024	0.750	—
7		有	8	15	4	60	47.0	150	250	880	1024	0.625	840
8		無	8	—	4	60	47.0	150	250	880	1024	0.625	—

(終局値)および α (速度係数)を表3に示す。表3より同一配合、同一打設温度のコンクリートについて流動化の有無による実測値の最大値、Kおよび α の値の差は、試験のパラッキの範囲と考えられ、流動化剤の添加による影響はないと判断された。

普通セメントを用いた流動化コンクリートおよび流動化しないコンクリートの打設温度とKおよび α の関係を図1および2に示す。過去の研究¹⁾によれば打設温度が高いほどKが小さくなるとされているが、本実験結果は図1に示すように単位セメント量250kg/m³、打設温度10℃の値以外ほぼ一定の値を示した。また、打設温度と α の関係は打設温度が高くなるとともに α も大きくなるとされており、本実験結果も図2に示すように同じような傾向を示した。

セメントの種類と断熱温度上昇の関係を図3および4に示す。図3および4より、フライアッシュB種セメントを用いたコンクリートは流動化の有無にかかわらず普通セメントを用いたコンクリートより断熱温度上昇が低く、速度係数も小さく昇温勾配がゆるやかであった。

これらの結果より、流動化剤添加の断熱温度上昇に及ぼす影響がないことから、流動化剤を用いて単位セメント量を低減できれば、断熱温度上昇をおさえることになり、この結果マスコンクリートの熱ひびわれ低減の有効な一手段となり得ると考えられる。さらに、強度発現がゆるやかであることが施工上の問題とならない場合、低発熱型のセメントを用いれば、相乗効果を望むことができると考えられる。

参考文献
1). 塚山隆一, “マツシブな鉄筋コンクリートの温度上昇ならびに温度ひびわれに関する基礎研究”

学位論文

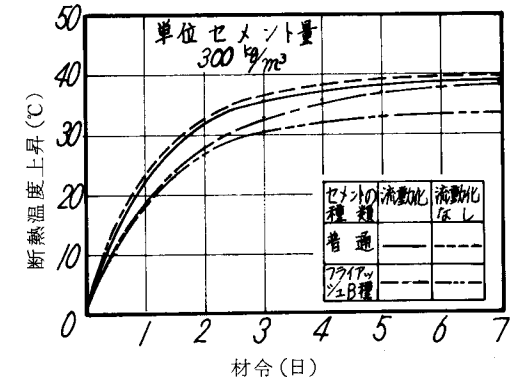


図3 セメントの種類と断熱温度上昇の関係

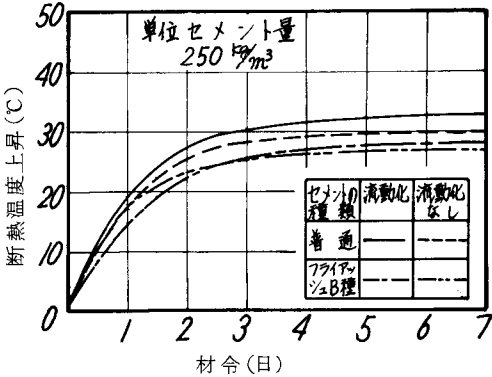


図4 セメントの種類と断熱温度上昇の関係

表3 試験結果

セメントの種類	単位セメント量(kg/m ³)	打設温度(℃)	流動化の有無	断熱温度上昇(℃)	K	α
普通	300	10	有	35.5	41.96	0.474
			無	33.5	37.86	0.596
		20	有	35.0	39.70	0.856
			無	35.0	39.58	0.870
		30	有	38.5	39.88	1.362
			無	38.5	40.17	1.494
通	250	10	有	35.0	39.46	0.358
			無	36.5	41.04	0.348
		20	有	30.0	32.89	0.866
			無	27.0	30.03	0.899
		30	有	30.5	31.62	1.507
			無	27.0	27.73	1.643
マツシブB種	300	20	有	36.0	39.05	0.643
			無	32.0	33.56	0.799
	250	20	有	26.0	28.07	0.750
			無	26.5	26.77	1.019

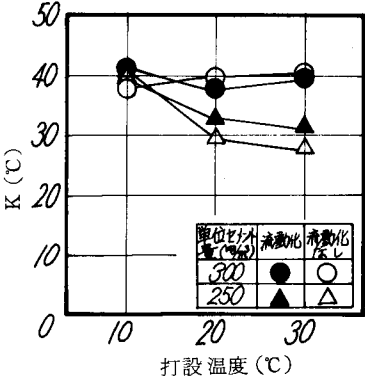


図1 打設温度とKの関係

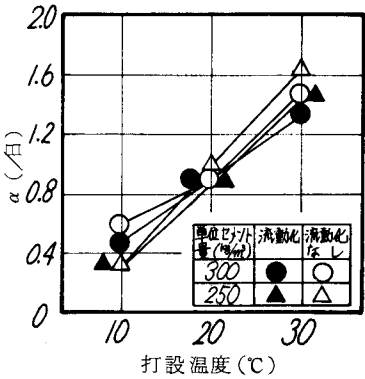


図2 打設温度とαの関係