

(60) コンクリートの断熱温度上昇に関する実験

国鉄仙台新幹線工事局
東北大学工学部
東北大学大学院

正員 村上 温
正員 三浦 尚
学生員 石田亨年

1. まえがき

近年、プレストレストコンクリートによる長スパンのコンクリート橋が造られる例が多くなっている。し
からに、このようなプレストレストコンクリート橋梁は、スパンが長くなるに伴って、比較的大きな断面とな
ること、施工期間を短縮する為に早強ポルトランドセメントを用いる場合が多いこと、および、単位セメント量
が大きいこと等により、セメントの水和熱による温度上昇が大きくなる傾向がある。このような温度上昇は1〜
2日でピークとなり、その後、硬化コンクリートの温度下降過程で微細な外割れも受けること、および、コン
クリート表面と内部とに温度勾配が生じること等により温度応力が生じ、更に、乾燥収縮の影響とも相まって、
ひびわれの発生する恐れが考えられる。実際に、上に述べたような温度応力を含む原因により発生したと思われ
るひびわれの報告も見られる。

そこで、筆者らは、早強ポルトランドセメントを用いた単位セメント量の多いコンクリートの水和硬化に伴う
温度上昇の過程を把握することが重要であると考え、その極限的狀態である断熱温度上昇を実験的に調べた。な
お、本研究では、デミバナー7式プレストレストコンクリート箱桁橋であるA橋の配合を考慮に入れて、単位セ
メント量300kg〜450kgの配合とし、また、夏期の高湿状態下での打設を考慮して、2組の練り上り温度につい
て実験を行った。

2. 実験材料

セメント：T社製、早強ポルトランドセメント

粗骨材：福島県大川産、粗粒率2.90

細骨材： 、 2.86

混和剤：P社製、リグニンスルホン酸カルシウムを主成分とする減水剤

3. 実験方法

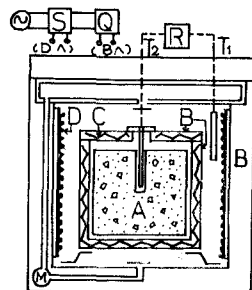
実験に用いたコンクリートの配合は、表-1に示した4種とした。

供試体の形状、寸法は 33.5×28 cmで、コンテナーす重鉛ひき鉄板製であ
る。練り上り温度が所定の温度(約20℃ないし30℃)となるように、全材料
の温度を調整した。練り上ったコンクリートをコンテナーに入れ、完全に密
封し、直ちに試験装置に移して温度上昇の測候を開始した。

試験装置の概略図を図-1に示した。コンクリート供試体は断熱材によつて
外断と熱的に遮断された装置内に設置した。セメントの水和熱によつてコン
クリート温度

表-1 コンクリートの配合

粗骨材の 最大寸法 (mm)	スランパ (cm)	W/C (%)	細骨材率 (%)	単 位 量 (kg/cm ²)					混和剤
				C	W	S	G		
25	10±1	52.7	39	300	158	729	1153	0.750	
25	10±1	45.1	38	350	158	694	1146	0.875	
25	10±1	39.5	37	400	158	661	1138	1.000	
25	10±1	35.7	36	450	158	628	1121	1.125	



A:コンクリート B:断熱壁
C:C-C熱電対 D:ヒーター
M:モーター
Q:温度自動調節計
R:自記温度記録計
S:電子管式調節計
T₁, T₂:白金抵抗温度計

図1 断熱温度上昇
試験装置

体と装置内との間に温度差が生じないようにヒーターが熱と供給する。ヒーターは二種あり、一方は継続的に熱と供給し、もう一方は、熱電対および温度調節計によって作動し断続的に熱と供給する。装置内部の空気はヒーターにより強制的に循環している。コンクリート供試体および装置内の温度は測温抵抗体および温度計録計によって記録される。

4. 実験結果および考察

実験結果を図2に示した。断熱上昇温度は単位セメント量の増加に伴って大きくなっており、その増分の割合は、単位セメント量10kg当たりほぼ1℃と、単位セメント量300kg～450kgの範囲でほぼ比例的關係にあるようである。また、単位セメント量400kgで、練り上り温度の異なる2つの場合にも、練り上り温度の高い方(C=400kg(A)曲線)が養生初期の温度上昇温度が大きく、短時間内に高温度に達するようである。最高温度を比較すると、養生60時間ではこれら2曲線のほぼ一致しているようである。次に、養生60時間での各配合の温度に対する任意時間のそれぞれの配合のコンクリートの温度の割合を図3に示した。養生10数時間までは、温度上昇の割合は単位セメント量の少ない方が大きいのに比べ、それ以後では単位セメント量の多い方が大きくなっており、最高温度に達するのは単位セメント量の多い方が早いと考えられる。この理由としては、練り上り温度が同じでも任意の時間で上昇温度を比較すると、単位セメント量の多い配合が高いので水化が促進された結果ではないかと考える。

単位セメント量400kg、練り上り温度23.5℃の試験結果について、時間-温度曲線も、従来から用いられている次の実験式に当てはめるものと図4に示した。

$$T = T_{\infty} \{ 1 - (1 + \alpha t) e^{-\alpha t} \}$$

ここに、T：時間tにおける断熱温度上昇度(℃)

t：打ち込み後の経過時間(日)

T_∞、α：実験値で定まる定数、T_∞：最高温度上昇度に相当する。図からわかるように、上記の約60時間では、実測値との間にかなり差が見られる。この原因としては、混和剤の使用により温度上昇の時間が遅れたためか、又は、単位セメント量が多いので温度上昇速度が大きいいためか、ないしは、これらの複合によるものとと思われる。

そこで、本実験で求められた測定値の養生60時間までの範囲を表わすのに次の式を適用して同図に示した。

$$T = T_{\infty} \{ 1 - (1 + \alpha t^2) e^{-\alpha t^2} \}$$

<参考文献>

岡山、京地「各種セメントを用いたコンクリートの温度上昇」セメント技術研報XXV
電力中央研究所「伊方原子力発電所ヌットコンクリートの温度応力」

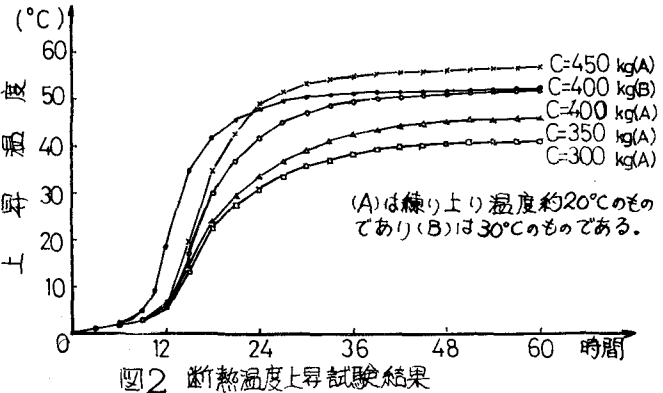


図2 断熱温度上昇試験結果

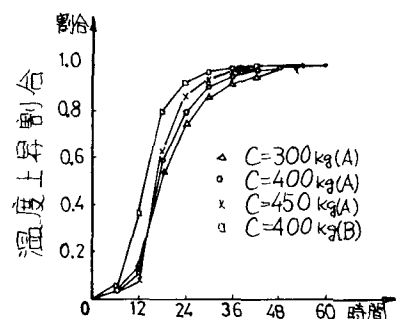


図3 温度上昇の割合

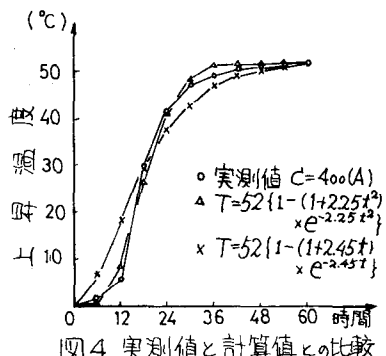


図4 実測値と計算値との比較