

マスコンクリートの水和熱低減に関する研究

岡山大学 正員 ○阪田 憲次
矢作 建設 高橋 研嗣
(株) 白石 茂木 浩二

1. まえがき

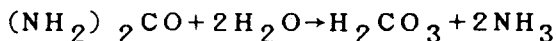
コンクリート構造物の大型化に伴ない、セメントの水和熱による温度ひびわれの発生がみとめられ、その防止が、設計および施工上の重要な課題となっている。温度ひびわれの防止および低減対策は、設計および施工上種々講じられているが、材料面からの検討は、必ずしも十分でないと思われる。コンクリートの配合における水和熱低減のための一般的な対策は、低熱セメントを用いること、単位セメント量を減ずること、および超遅延剤を用いることなどである。

本研究は、ある混和材料の使用によって、セメントの水和熱の低減を図ることを目的とするものである。

2. 水和熱低減用混和材料

水和熱低減用混和材料として具備すべき条件は、(1) 水と反応するものであること、(2) 吸熱反応であること、(3) 反応速度が緩やかであること、(4) コンクリートの性質に有害な影響をおよぼさないことおよび(5) 価格が低廉であること等である。これらの条件をすべて兼備した材料を見つけることは困難であり、本研究においては、尿素を水和熱低減用の混和材料として用いた。

尿素は、加水分解して炭酸とアンモニアにわかれる。



この反応は吸熱反応で、その速度はきわめて速い。図-1は、水1ℓに混入した尿素と水の温度降下との関係を示したものである。一部の例外を除き、温度降下は尿素的の混和量に比例することが明らかになった。なお、いずれの場合も温度降下は急激で、混和后2～10分程度で最低温度に達した。

3. 実験概要

実験に使用したセメントは普通ポルトランドセメント、細骨材は川砂(比重:2.61)、粗骨材は碎石(比重:2.74)である。尿素は石津製薬社製で、比重は1.335である。ベースコンクリートの配合を、表-1に示す。尿素的の混和は、(1) セメントの一部と置換する方法(Cシリーズ)、(2) 細骨材の一部と置換する方法(Sシリーズ)および(3) 混和剤のように配合の補正を行わない方法(Wシリーズ)の3種とした。なお、尿素的の混和量は、Cシリーズではセメント体積の5、10、15、25%、Wシリーズでは細骨材の体積の5、10、15、25%、Wシリーズではセメント重量の10、18%とした。コンクリートは、練り混ぜ後ただちに図-2に示す型枠内に打設し、温度の測定を開始した。測定時間は144時間で、測定間隔は30分である。断熱材として発泡スチロールを用いたのは、マスコンクリートと等価な効果を期待するためである。

材令7日、28日および56日において、尿素を混和したコンクリートの強度および弾性係数を測定した。

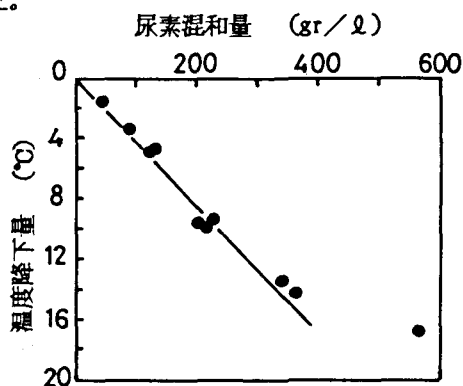


図-1 尿素による温度降下

表-1 コンクリートの配合

W/C %	W kg/m ³	C kg/m ³	S kg/m ³	G kg/m ³	S/a %
50	180	360	787	1052	44

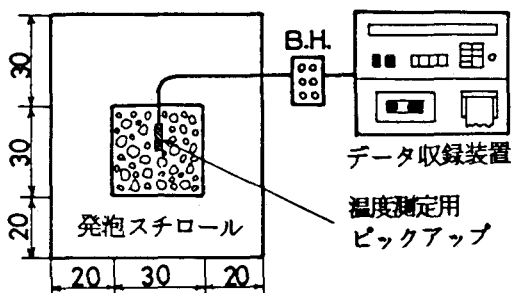


図-2 温度測定装置

4. 結果と考察

図-3～5にコンクリートの温度変化を示す。図は、外気温を0として表示している。いずれの場合も尿素的混和量が多くなるほど、最高到達温度は低く、到達時間はながくなる。また、尿素有混和したコンクリートでは、打設直後にすでに温度がかなり低下しており、反応が急激であることがうかがわれる。

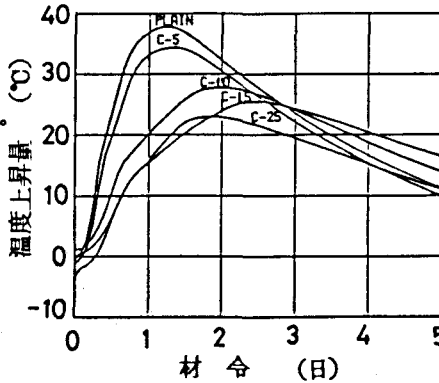


図-3 温度上昇曲線

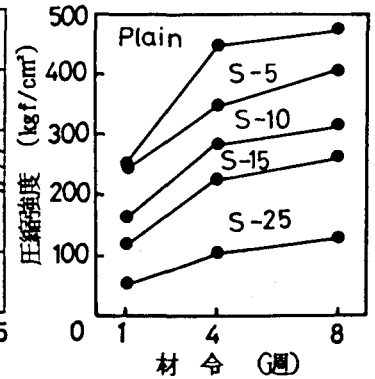


図-6 圧縮強度

図-6は、Sシリーズの圧縮強度と材令との関係を示したものである。図より明らかなように、尿素的混和量が多くなるほど強度は低下し、長期材令においても強度の回復が見られない。これは、図-4からも想像し得るように、尿素有混入により水和反応が阻害されるためと思われる。このような強度の低下は、尿素有混入による見かけの水セメント比の増大によるものと同等と考えることもできる。図-7に示したように、セメント（水+尿素）比と強度との間には直線関係が見られる。見かけの水セメント比の増大は、尿素有混和量が多くなるほどスランプが大きくなること（図-8参照）からもうなずける。

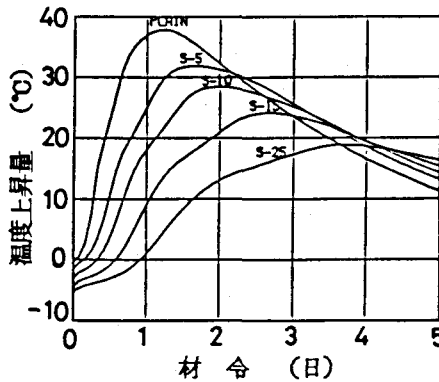


図-4 温度上昇曲線

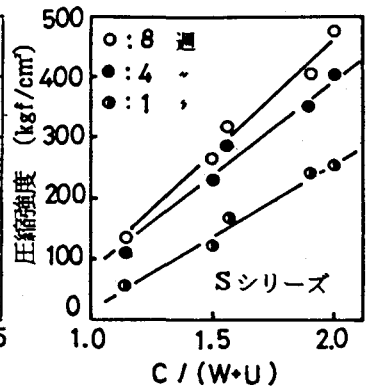


図-7 強度～ $C/(W+U)$

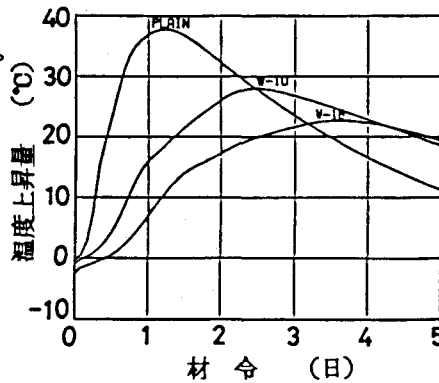


図-5 温度上昇曲線

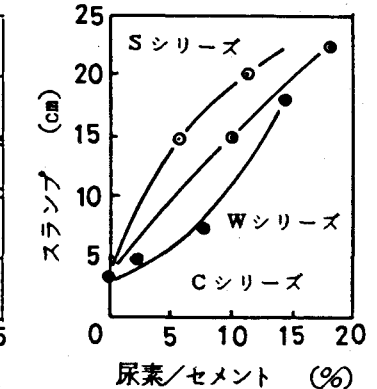


図-8 スランプ

本研究においては、尿素有セメントの一部（Cシリーズ）あるいは細骨材の一部（Sシリーズ）と考えているが、今後は水の一部と考え、尿素有混和量に見合う水量を減じ、それによって水セメント比を小さくし、強度の確保を図るように考慮すべきである。

5. あとがき

尿素は、セメントの水和熱を低減する作用と水和反応を抑制する作用とを有することが明らかになった。また、尿素有混和に伴う温度低下はきわめて急激である。さらに、加水分解によって、上述のごとく、炭酸とアンモニアを生成する。とりわけ、炭酸は、コンクリートの中性化を促進し、コンクリート構造物の耐久性を損なう有害な物質である。これらの点については、今後の研究課題である。