

金沢大学工学部 正会員○鳥居和之
CSIRO D.B.C.&E. S.L.Mak
CSIRO D.B.C.&E. D.W.S.Ho

1. まえがき

高強度コンクリート(80~100MPa)を高層建築物や海洋構造物の部材に適用することが検討されている。このような高強度コンクリートは単位セメント量がかなり大きくなるので、通常の部材断面でもセメントの水和熱によりコンクリート内部の温度がかなり上昇することが知られている。一方、硬化初期に受ける高温温度履歴は高強度コンクリートの強度発現に悪影響を及ぼすことが指摘されている。近年、温度追従システムを備えた水槽を利用してコンクリートの温度履歴の影響を検討することが行われるようになってきているが、高温温度履歴を受けた高強度コンクリートの水和反応性状および微細組織の変化に着目した研究は比較的少ない。

本研究では、高強度コンクリートより抽出したモルタル試料を使用して、高強度コンクリートの強度発現に及ぼす硬化初期における温度および乾燥の影響について検討している。さらに、抽出モルタルとコンクリートにおける強度および水和度の相関性についても検討している。

2. 実験概要

使用セメントは普通ポルトランドセメント(オーストラリア産)であり、シリカフュームは粉体状の市販品(西オーストラリア州産)を使用した。細骨材および粗骨材は、石英質の山砂(比重:2.65、吸水率:0.5%)および玄武岩質の碎石(比重:2.95、吸水率:1.6%、最大寸法:14mm)である。コンクリートの配合は、単位セメント量が 500 kg/m^3 で、水/セメント比が30%であり、シリカフューム混入の場合のシリカフュームの重量置換率は8%である。シリカフューム無混入(略号OPC80)および混入(略号SF100)の2種類のコンクリートの28日材令における目標強度はそれぞれ80および100MPaである。練り混ぜ後、1.7mmのフルイにてウェットスクリーニングすることにより得られた抽出モルタル供試体(25mmの立方体)およびコンクリート供試体(直径100mmのシリンダー)は3時間経過の時点で厳重に密閉した状態で温度追従養生水槽に移された。コンピュータ制御による温度追従養生(TMC養生、部材断面 $80\times 80\text{ cm}$)の中心部における実測温度履歴を模擬したもの(図-1参照)は、温度履歴の影響が大きいと考えられる材令4日目までとし、それ以後は23℃の室内にて密閉シール養生した。なお、比較のために温度履歴を受けていないモルタルおよびコンクリート供試体の23℃における密閉シール養生も実施した。一方、高温温度履歴のセメントの水和反応およびシリカフュームのポゾラン反応に及ぼす影響を明らかにするために、破碎したモルタルおよびコンクリート断片の蒸発性水分量(105℃における減量)および非蒸発性水分量(105~1000℃における減量)を測定し、温度履歴を受けた場合と受けない場合のセメントおよびシリカフュームの水和反応度を比較した。なお、洗い試験により求めた抽出モルタルの砂分含有率はOPC80およびSF100に対してそれぞれ46%および48%であった。

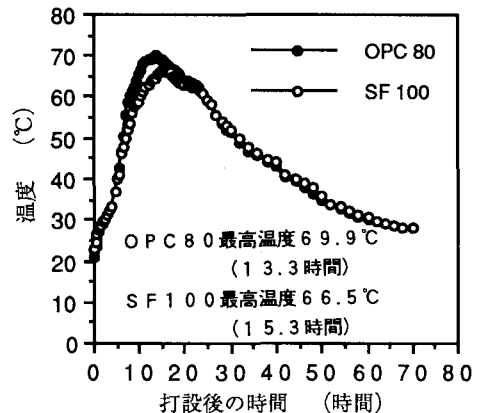


図-1 温度上昇曲線

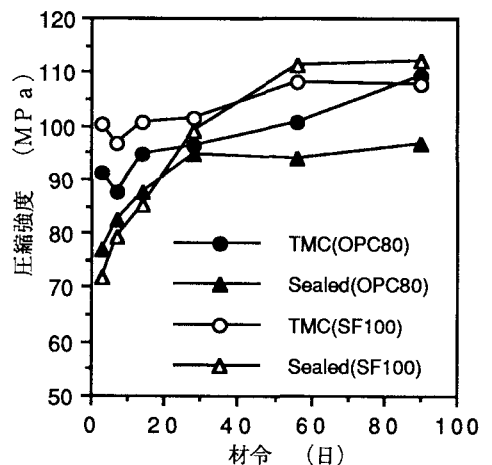


図-2 強度発現性

3. 実験結果および考察

3.1 抽出モルタル試料の強度発現性および水和水度

高温温度履歴を受けた抽出モルタルの圧縮強度を図-2に示す。シリカフューム無混入のもの（OPC80）では、TMC養生のものの長期にわたる強度の発達は密閉シール養生よりも大きく、初期における高温履歴が長期強度に悪影響を及ぼすことはない。しかし、シリカフューム混入のもの（SF100）ではTMC養生のものは初期における強度の発現は顕著であるが、長期にわたる強度の伸びは小さく、91日材令においては密閉シール養生よりも強度が低下している。

高温温度履歴を受けた抽出モルタルの蒸発性および非蒸発性水分量を図-3および4に示す。OPC80ではTMCおよびシール養生ともに蒸発性水分量は材令とともに減少しており、それに対応して非蒸発性水分量の増加がみられるが、初期および長期ともにTMC養生のものはシール養生のものよりもかなり大きな非蒸発性水分量を示す。一方、SF100ではTMC養生のものの蒸発性水分量の変化は密閉シール養生よりも小さく、またTMC養生の初期における非蒸発性水分量はシール養生より大きい、材令14日以後に両者の関係は逆転している。このことは、硬化初期における高温温度履歴の影響はシリカフューム混入の場合により顕著となり、シリカフューム混入のものではTMC養生期間中にセメントおよびシリカフュームの水和反応がほとんど終了し、それ以後の水和反応の継続的な進行が抑制されていることを示している。これらの結果はOPC80およびSF100の強度発現の傾向をよく現わしている。

3.2 抽出モルタルとコンクリートとの強度および水和水度の相関性

抽出モルタルとコンクリートにおける強度および非蒸発性水分量の関係を図-5および6に示す。図-5に示すように、抽出モルタルの圧縮強度はコンクリートよりも約10%大きくなるが、高温温度履歴の有無には関係なく両者の間には良好な相関性が存在する。また、非蒸発性水分量に関しても、強度の場合よりも多少ばらつきの範囲が大きくなるが、両者の間には同様な関係が認められる。従って、小さな抽出モルタル供試体の結果より、高強度コンクリートの強度発現に及ぼす高温温度履歴の影響を比較的精度よく推定できることが明らかになった。

4. あとがき

高温温度履歴を受ける高強度コンクリート（SF100）では、硬化初期における高温温度履歴の影響でセメントおよびシリカフュームの水和反応が急激に進行し、材令3日までにコンクリート内の水分がほとんど消費され、以後の水和反応の進行が大きく抑制されたものと思われる。しかし、蒸気養生オートクレープ養生の場合に指摘されているように、硬化初期における高温温度履歴による影響が水和生成物の結晶形態の変化やそれともなう細孔構造の粗大化によるものとも考えられるので、現在これらの点に関する検討を行っている。

謝 辞 本研究は CSIRO・D.B.C.&E（オーストラリア）にて実施したものであり、実験にご協力いただいたコンクリート研究室の方々に感謝の意を表する。

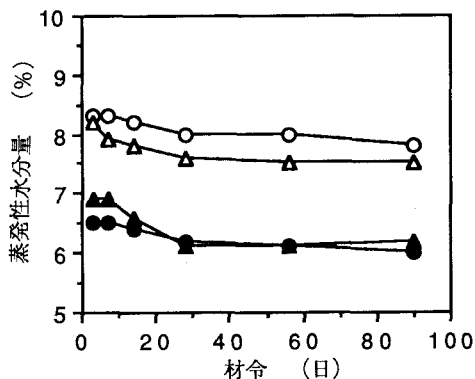


図-3 蒸発性水分量の変化

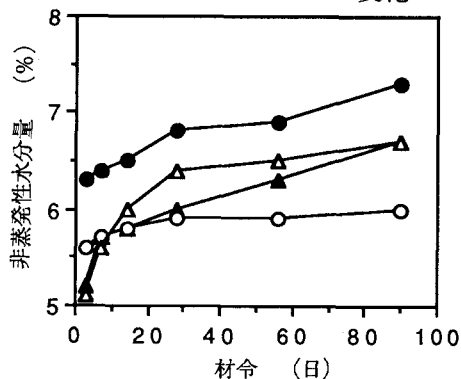


図-4 非蒸発性水分量の変化

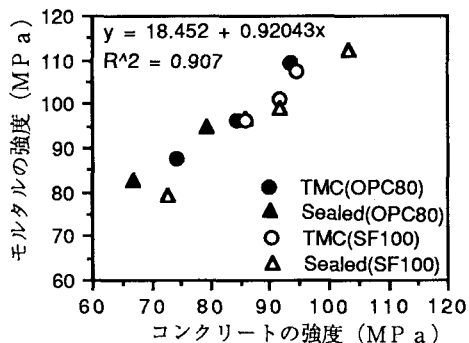


図-5 圧縮強度の相関性

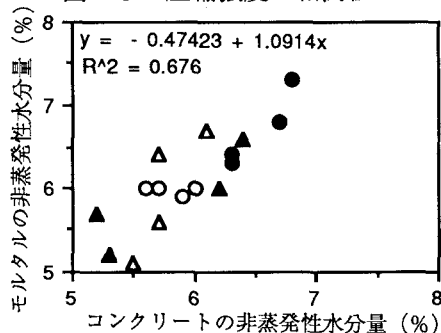


図-6 非蒸発性水分量の相関性