

PSV-22 高温養生を受けた各種セメントモルタルの強度特性について

名城大学 正員 杉山 秋博

名城大学 正員 飯坂 武男

1 ま え が き

最近、火山地帯の山岳トンネルや地熱発電所の建設などのように高熱地帯における構造物の建設が行なわれようとしている。このような高熱地帯でコンクリートを打設すると、コンクリートの強度などは、通常の場合と異なった特性を示すことが判明している。また、これらの箇所では温泉水の湧出が見られコンクリートの耐久性が問題となることが多い。このため、高温地帯における最適のコンクリートを選定するための基礎的な研究として、セメントの種類を変化させたモルタルの強度特性を調べたものである。

2 使用材料 および 実験方法

実験に使用した材料は、強度特性や温泉水中の塩類に対する化学抵抗性を考慮して、普通セメント、早強セメント、耐硫酸塩セメント、中庸熱セメント、B種高炉セメント、B種フライアッシュ（FA）セメントの6種類と、矢作川産の川砂（比重 2.60, 吸水率 2.02%, F.M. 2.71）を用いた。これらの材料を使用して、W/C= 55%, フロー値を 220 の一定にしたブレンモルタルの配合を表-1のように決定した。

養生方法は、20℃の標準養生と練り混ぜ直後に 40・60・80℃の高温水槽に浸けた高温養生を所定材令まで実施した。なお、高温水槽に浸した供試体中心部温度は、

表-1 モルタルの配合表

セメントの種類	単 位 重 量 (kgf/m ³)		
	セメント	水	砂
普通セメント	605	333	1211
早強セメント	634	349	1141
耐硫酸塩セメント	603	332	1218
中庸熱セメント	607	334	1213
B種高炉セメント	601	331	1202
B種FAセメント	612	337	1163

実験方法として、沈下・膨張量試験は、φ 10 × 20 cm の円柱型枠に詰めたモルタル表面に穴開き鉄板を置き、非接触型変位形により測定した。圧縮強度は、JIS A 1108に準じて実施したが、材令1日までの供試体は、セッコウキャッピングを実施し、それ以後の供試体は、研磨機による研磨仕上で圧縮強度を求めた。

3 実験結果 および 考察

時間の経過によるフレッシュモルタル表面の沈下・膨張量の変化を図-1に示している。20℃標準養生試料は、ブリージング水の上昇にともない沈下を示し、2.73 mmの最終沈下量が測定され、ブリージング量 3.13 mm³/mm² と高い相関性が認められた。また、養生温度が上昇するにつれ沈下量が少なくなり、80℃の試料では 12 分後に 0.68 mmの最大膨張量が測定され空気泡・練り混ぜ水が養生温度によって熱膨張をおこしていることが認められた。

図-2は、養生温度を変化させたモルタル供試体の圧縮強度の発現状態を示している。20℃標準養生された高炉セメントモルタルは長期材令における強度の増進もよく材令 91 日で 533 kgf/cm², 6ヶ月で 625 kgf/cm² の高強度が得られている。

養生温度が 40℃になると、セメントの水和反応やスラグの潜在水硬性が促進され材令3日で標準養生における7日程度の強度が得られ、材令 28 日においても 483kgf/cm² と強度低下は認められなかった。しかし、材令 21 日から 28 日までの強

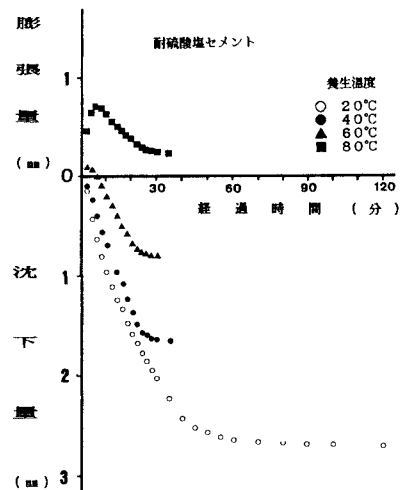


図-1 養生温度による沈下・膨張量

度増加割合は 4.6% となり、長期材令における増加が少なくなっている。また、80℃の高温度になるとこの傾向が著しくなり、材令 9 時間で 123 kgf/cm² (47%), 材令 1 日で 194kgf/cm² (83%) と高い初期強度が得られているが、材令 28 日強度は 263kgf/cm² (100%) と強度低下を示しており、セメントの水和反応が充分行なわれなく長期養生を行なっても効果があまり得られないと考えられる。各セメントとも同様な強度特性を示しているが、早強セメントでは、セメント鉱物や粉末度が早強性を示すように調整されているため、各温度とも水和反応が材令のごく初期に活発に行なわれている。特に、80℃の高温では、6時間後に 80 %, 材令 1 日で 97 % と顕著な結果が得られた。

図-3 は、積算温度と圧縮強度の関係を示しており低い積算温度の範囲では、養生温度が変化しても標準養生強度とよく似た強度発現が認められた。しかし、養生温度が高くなるにつれ、積算温度の低い値で標準養生から外れるのは、その後の材令によるセメントの水和反応が充分に行なわれないことや、熱膨張によるモルタル組織の緻密性が悪くなるため強度増加割合が少なくなっていることが原因と考えられる。

各種セメントを使用して養生温度を変化させたモルタル供試体の材令 28 日圧縮強度を図-4 に示した。20℃標準養生されたモルタルは、一般的な強度発現を示していると考えられる。しかし、40℃で養生されると中庸熱セメントの場合、水和反応が活発になり、混合セメントでは潜在水硬性やボゾラン反応が促進され 10 ~ 16% の強度増加が認められた。また、60℃の高温になると各セメントとも強度低下が認められたが、300 kgf/cm² 程度の強度が得られている。しかし、80℃の高温の場合では、201 ~ 279 kgf/cm² と強度のパラツキが見られ、20℃標準養生強度と比較した相対強度で示すと 52 ~ 83% 程度であり、早強セメントの大幅な強度低下や中庸熱セメント、B 種高炉セメント、耐硫酸塩セメントなどが比較的高い強度が得られセメントの種類による特性が表われている。

4 結論

各種セメントを使用したモルタル供試体を練り混ぜ直後から高温養生を行なった場合、ごく初期から水和反応を示すため、初期強度は高いがその後の水和反応が期待できず、また、養生温度によるフレッシュモルタルが熱膨張を示し、モルタル組織の緻密性が悪くなるため、大幅な強度低下を示すセメントが見られた。

このため、強度、耐久性の面から中庸熱、B 種高炉セメントなどの使用が望ましいことが判明した。

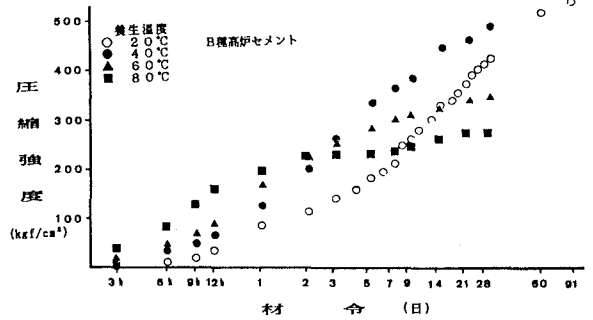


図-2 材令と圧縮強度の関係

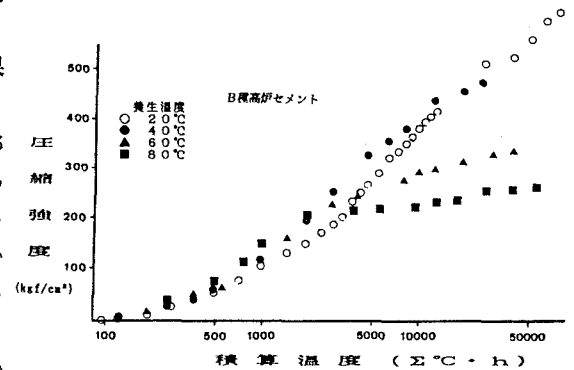


図-3 積算温度と圧縮強度の関係

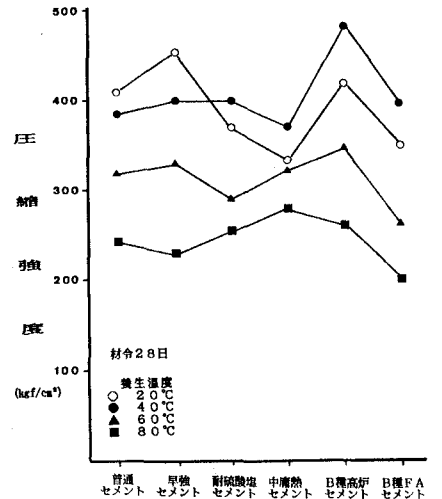


図-4 各養生温度における圧縮強度