

## 1. まえがき

混合セメントを用いたコンクリートのうち養生90日まではB種が凍害に対する耐久性が優れていること、特に高炉セメントを用いると耐久性が優れていることを前回（49回）で報告した。本文では混合セメントB種と普通ポルトランドセメントと早強ポルトランドセメントの4種類のセメントを用いたコンクリートの養生日数の経過による凍害性状変化に関して検討することにした。

## 2. 試験材料と試験方法

試験に用いたセメントは高炉セメントB種（SCB）、フライアッシュセメントB種（FCB）、普通ポルトランドセメント（NPC）、早強ポルトランドセメント（HEC）を用いた。骨材は川砂利、川砂を用いた。コンクリートの配合は単位水量220kg、水セメント比45%、細骨材率は30%と50%の2種とした。

コンクリートの凍結融解用供試体、及びコンクリートの吸水量測定用供試体は径10cm、高さ20cmの供試体を厚さ1.5cmに切断した薄片供試体としたものを用いた。コンクリートの吸水量の測定は骨材の吸水量の測定と同様な考え方で測定した。凍結融解試験は塩水（濃度3%）中で凍結1日（-20°C）、融解1日（+20°C）を1サイクルとして供試体が崩壊するまで行った。

## 3. 試験結果と考察

図-1は各種セメントを用いたコンクリートの養生日数と強度との関係を示したものであり、混合セメントを用いた場合は初期強度は小さいが以後の強度の増加が大きいこと、また、早強セメントを用いた場合は初期強度が大きいが以後の強度増加が小さいこと、普通セメントを用いた場合は両者の中間にあることなどセメント種別の特徴が表れている。また、細骨材率が大きいと強度も大きくなっている。

図-2はコンクリートの吸水率と養生日数の関係を示したものであり、養生日数の経過とともに吸水率が小さくなり、図-1と逆の関係にあり対照的である。また、細骨材率が大きくなると吸水率も大きい。

図-3は養生日数と崩壊サイクルとの関係を示したものであり、混合セメントの場合は養生初期では崩壊サイクルは小さいが、養生日数の経過とともに崩壊サイクルがほぼ直線的に大きくなっている。早強セメントを用いた場合は養生日数の経過による崩壊サイクルの増加は小さい。普通セメントを用いた場合は両者の中間的な崩壊サイクルを示し、図-1と良い相関にあるが、高炉セメントを用いた場合がより耐久的であることが特徴的である。また、細骨材率が大きいと耐久性が大きい。

図-4はコンクリートの吸水率と強度との関係を示す。吸水率が大きくなると強度は小さくなり、良い相関にある。混合セメントと普通セメントの場合はほぼ一本の曲線上にあるが、早強セメントの場合は同一強度でも若干吸水率が大きいのが特徴的である。

図-5は強度と崩壊サイクルとの関係を示したのもであり、強度が大きくなると崩壊サイクルも大きくなり、また、強度が同じでもセメントの種類により崩壊サイクルが大きく異なるのが特徴的である。

図-6はコンクリートの吸水率と崩壊サイクルの関係を示す。吸水率が大きくなると崩壊サイクルが小さくなることを示しているが、吸水率が同じでもセメントの種類により崩壊サイクルが大きく異なることを示している。以上のことから混合セメントがより耐久的である理由について考えてみる。

図-4によると早強セメントが耐久的でないのは強度が同じでもコンクリートの吸水率が大きいことにも原因があるようにも考えられる。また、混合セメントが耐久的なのは普通セメントと同一曲線上にあることから、凍害に係る細孔構造はほぼ同じと考えられ、反応生成物に関係すると考えられる。

普通セメント：クリンカーの水和物+消石灰

高炉セメント：クリンカーの水和物+ボゾラン反応生成物+スラグの水和物

フライアッシュセメント：クリンカーの水和物+ボゾラン反応生成物

反応生成物は以上のようになるが、混合セメントが耐久的なのはボゾラン反応生成物とスラグの水和物に関係すると考えられ、高炉セメントが最も耐久的なのはスラグの水和物に関係すると考えられる。また、早強セメントの場合が耐久性が低いのはコンクリートの吸水率が大きいほかにクリンカーの水和物の組成と消石灰の生成量などの反応速度に関係すると考えられる。このことについては混合セメントの場合も同様であ

り、さらに検討しなければならない問題点が多い。また、高炉セメントよりもフライアッシュセメントの耐久性が低いのは未反応のフライアッシュ粒子があることも考えられ、さらに長期養生した場合について検討しなければならないなど課題が多い。

#### 4. 結論

長期間養生すると凍害に対する耐久性が向上する。混合セメントがより耐久である理由の一つとして反応生成物に関係すると考えられる。

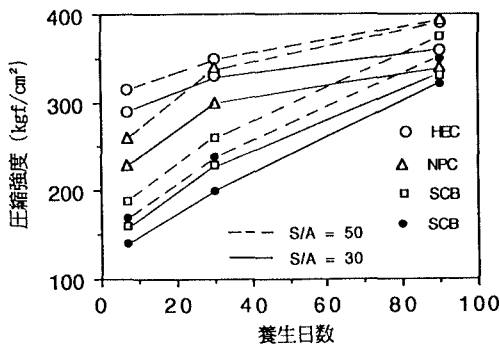


図-1 養生日数と圧縮強度

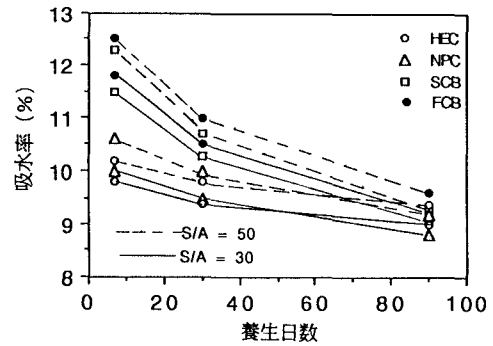


図-2 養生日数と吸水率

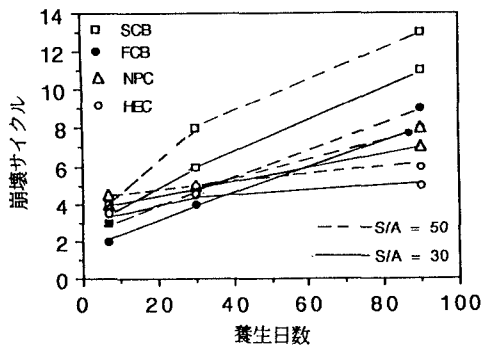


図-3 養生日数と崩壊サイクル

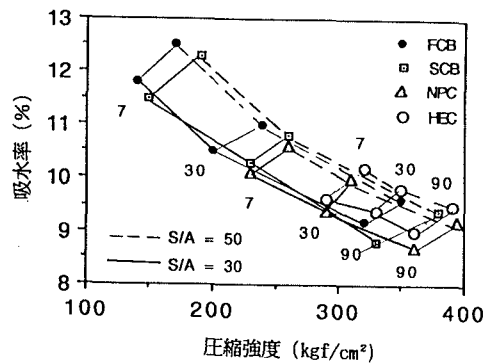


図-4 吸水率と圧縮強度

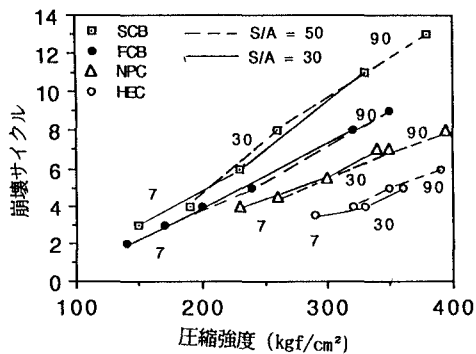


図-5 強度と崩壊サイクル

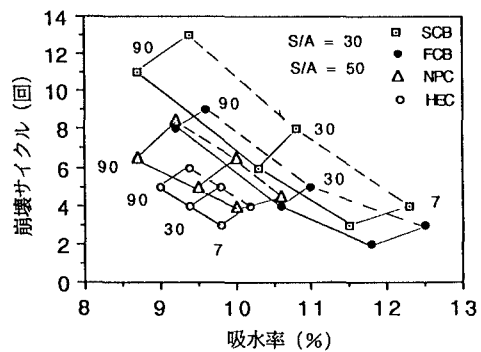


図-6 崩壊サイクルと吸水率