

## シラスと普通砂を混合使用したコンクリートの耐久性に関する検討

鹿児島大学大学院 学会員 西山理子 鹿児島大学工学部 正会員 武若耕司  
 鹿児島大学工学部 正会員 山口明伸 鹿児島生コンクリート協同組合 佐伯 貢

### 1. はじめに

コンクリート用骨材の資源不足が問題となっている昨今、鹿児島県では細骨材にシラスを用いたシラスコンクリートの実用化が進められており、その成果として、シラスコンクリートの構造物への適用が実現している。しかし、現在のところ、シラスのコンクリート用細骨材としての利用はそれほど多くはない。そこで、シラスのコンクリート用細骨材としての利用拡大を目的に、シラスと普通砂を混合使用したシラス混合コンクリートを考え、一般環境、海洋環境、温泉環境を想定した暴露試験を行い、それぞれにおいて耐久性および力学的特性についての検討を行った。

### 2. 実験概要

使用材料として、セメントに普通ポルトランドセメントおよび高炉セメント B 種、細骨材にシラス(横川町産、密度 2.09g/cm<sup>3</sup>、吸水率 5.71%) および普通砂として海砂(密度 2.55g/cm<sup>3</sup>、吸水率 2.48%)、粗骨材に砕石 2005(密度 2.64g/cm<sup>3</sup>、吸水率 0.78%) を用いた。

実験の要因と水準を表-1 に示す。実験は、水セメント比およびセメントの種類ごとに、シラスと普通砂の混合割合(以下、細骨材中のシラスと普通砂の容積比をシラス混合率とする)を変化させたコンクリートについて検討した。

なお、シラス混合率が変化した場合におけるコンクリートの配合は、同一水セメント比のシラス混合率 0%と 100%の単位水量および細骨材率を基準とし、それぞれをシラス混合率によって補間して設定した。

暴露環境は、表-2 に示すように、一般環境を想定した屋外暴露、海洋環境を想定した海水浸せき、ならびに温泉環境を想定した 10%硫酸ナトリウム水溶液浸せきの 3 環境とした。なお、供試体は 10×20cm の円柱供試体を用い、材齢 28 日まで水中養生を行った後、それぞれの環境で暴露を開始した。その暴露状況を写真-1 に示す。また、試験は、中性化深さ測定(屋外暴露) 全塩化物イオン量測定(海水浸せき) 相対動弾性係数測定(硫酸塩水溶液浸せき)を行うとともに、所定の暴露材齢に達した供試体については、圧縮強度および静弾性係数試験も行った。

### 3. 実験結果

#### 3.1 屋外暴露環境における性状

一例として、図-1 に、W/C=60%の場合において中性化深さとシラス混合率の関係をセメントの種類ごとに示す。これより、セメントの種類の違いにより比較すると、普通ポルトランドセメントよりも、高炉セメント B 種を使用した方が中性化しやすい傾向を

表-1 実験の要因と水準

| W/C (%) | セメントの種類    | シラス混合率 (%) | Gmax (mm) | 目標 SL(cm) | 目標 Air(%) |
|---------|------------|------------|-----------|-----------|-----------|
| 50      | 普通<br>高炉B種 | 0          | 20        | 10        | 2         |
| 60      |            | 25         |           |           |           |
| 70      |            | 50         |           |           |           |
|         |            | 75         |           |           |           |
|         |            | 100        |           |           |           |

表-2 暴露環境と試験内容

| 暴露環境  | 試験内容       |                   |
|---|------------|-------------------|
| 屋外暴露  | 中性化深さ測定    |                   |
| 海水浸せき   | 全塩化物イオン量測定 | 圧縮強度試験<br>静弾性係数試験 |
| 硫酸塩水溶液浸せき<br>(10%Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 水溶液) | 相対動弾性係数測定  |                   |

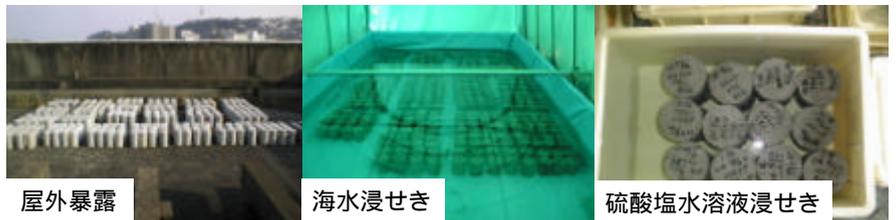


写真-1 各暴露状況

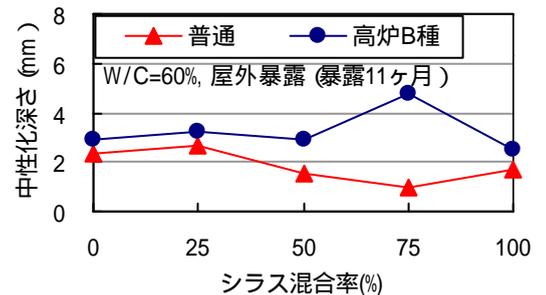


図-1 中性化深さとシラス混合率の関係 (屋外暴露)

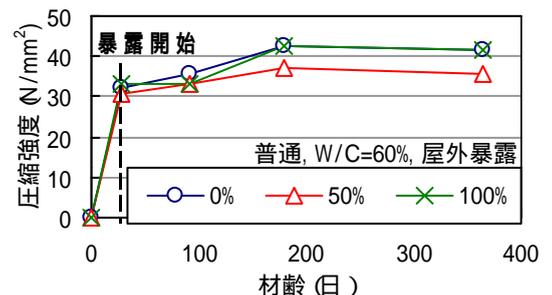


図-2 圧縮強度と材齢の関係 (屋外暴露)

示した。シラス混合率で比較すると、同じセメントの種類においては、中性化深さにばらつきはあるものの、シラス混合率が大きくなるほど若干小さくなる傾向にあった。次に、図-2 に、W/C=60%、普通ポルトランドセメントを使用し、屋外暴露を行った供試体の圧縮強度と材齢の関係を示す。この結果では、シラス混合率 50%の圧縮強度が、他の混合率よりも幾分小さな値を示しているが、全体的には材齢 11 ヶ月まで、いずれの混合率においても屋外暴露での強度の増加傾向に大きな差は認められなかった。

3.2 海水浸せき環境における性状

一例として、図-3 に、W/C=60%、普通ポルトランドセメントを使用し、海水浸せきを行った供試体の全塩化物イオン量の測定結果を示す。これより、シラスを使用することで、コンクリート中に浸透する全塩化物イオン量は大きく減少する傾向を示すことが確認できる。特に、シラス混合率 100%供試体においては、側面からの深さが 1.5cm より深い位置では、浸せき材齢 11 ヶ月までのところ、塩化物イオン量はほとんど確認されなかった。また、シラス混合率 50%の場合においてもコンクリート中の全塩化物イオン量は、混合率 0%の場合の半分以下となっており、これらのことから、シラスの使用量が増えるほど、コンクリートの内部構造がより緻密になっているのではないかと予想される。次に、図-4 に、W/C=60%、普通ポルトランドセメントを使用し、海水浸せきを行った供試体の圧縮強度と材齢の関係をシラス混合率 0、50、100%の場合について示す。この場合も屋外暴露と同様に、シラス混合率 50%の圧縮強度が、他の混合率よりも小さな値を示しているが、別途測定を行っている静弾性係数は、シラス混合率の如何を問わず、これまでのところ材齢に伴って上昇する傾向を示していることから、現状では、シラス混合率によって耐海水性が異なるとは考えていない。

3.3 硫酸塩水溶液浸せき環境における性状

一例として、図-5 に、W/C=60%の場合において硫酸塩水溶液に浸せきさせたコンクリートの相対動弾性係数とシラス混合率の関係を、セメントの種類ごとに示す。いずれのセメントにおいても、シラスを使用した場合は、その混合率によらず相対動弾性係数はほぼ同程度の値を示したが、シラス混合率 0%の場合においては、それらよりも明らかに小さな値を示した。また、図-6 は、W/C=60%、普通ポルトランドセメントを使用し、硫酸塩水溶液浸せきを行った供試体の

圧縮強度と材齢の関係をシラス混合率 0、50、100%の場合について示したものである。シラス使用の場合は、材齢 3 ヶ月以降においても強度に変化が認められないのに対して、シラス混合率 0%の供試体では、浸せき 5 ヶ月から 11 ヶ月の間に圧縮強度が大きく低下していることが確認された。写真-2 に、W/C=60%、普通ポルトランドセメントを使用した場合のシラス混合率 0、50、100%の供試体の表面状況を示す。シラス混合率が大きくなるにつれ、供試体上下部において硫酸塩の影響により生じた欠損が小さくなることを確認できる。

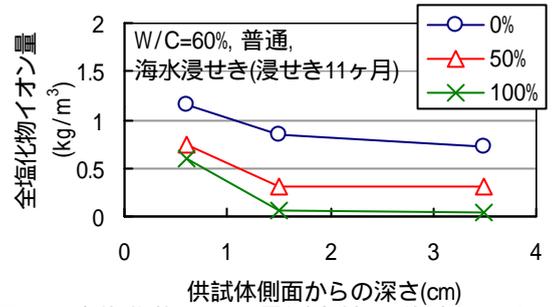


図-3 全塩化物イオン量測定結果(海水浸せき)

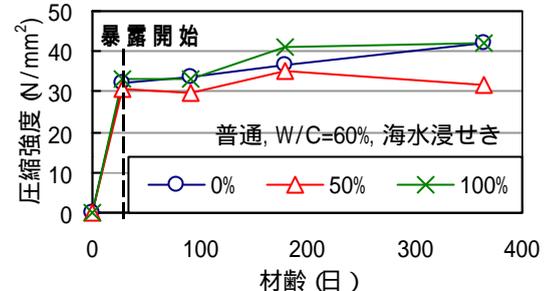


図-4 圧縮強度と材齢の関係(海水浸せき)

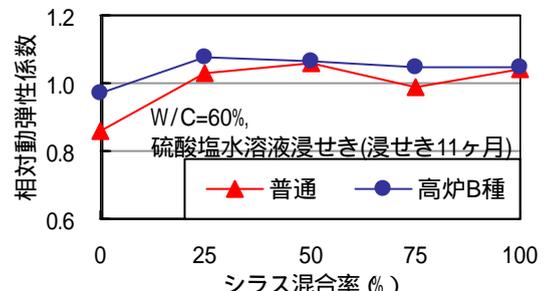


図-5 相対動弾性係数とシラス混合率の関係(硫酸塩水溶液浸せき)

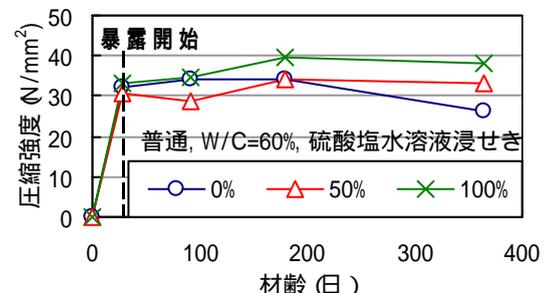


図-6 圧縮強度と材齢の関係(硫酸塩水溶液浸せき)

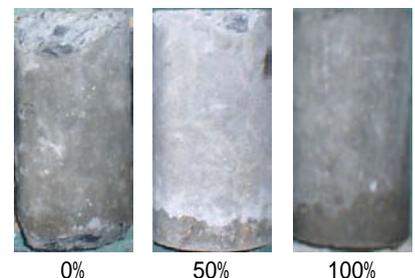


写真-2 硫酸塩水溶液浸せき供試体外観 (\*数字はシラス混合率を示す)