

シラスを細骨材として用いた海水練りシラスモルタルの物理的性質について

九州大学大学院 正会員 ○福永 隆之 学生会員 野澤 郁人
 大成建設 元九州大学 学生会員 藤井 瞬
 鹿児島大学 正会員 審良 善和
 九州大学大学院 フェロー会員 濱田 秀則

1. はじめに

離島をはじめとする真水の確保が厳しい地域では、コンクリートの練混ぜ水に海水を用いることが望まれている。しかし、海水を練混ぜ水として利用するとコンクリート中に鉄筋を埋設した場合、鉄筋腐食の恐れがある。既往の研究より、練混ぜ水に海水を利用する際には、高炉スラグやポゾラン材料を混和することが提案されている。また、既往の研究よりシラスを用いたコンクリートは、塩害抵抗性に優れた効果を発揮することが報告されている。そのため、シラスを細骨材として用いた海水練りコンクリートは、鋼材腐食の対策として有効と考えられる。しかし、シラスを用いた海水練りコンクリートの反応性や強度などは明らかになっていない。そこで、本研究はシラスを用いた海水練りモルタルの強度や空隙構造などの物理的性質を把握することを目的に実験的検討を実施した。

2. 実験概要

本研究では、作製した供試体を用いて化学分析も行うため、モルタル供試体を用いて検討した。セメントとして普通ポルトランドセメント（密度：3.16g/cm³）、細骨材としてシラスと海砂（表乾密度：2.54g/cm³、吸水率：0.37%）を、練混ぜ水として海水（福岡県糸島市沿岸で採水）および水道水を使用した。表1にシラスの物性を、表2に海水のイオン量を示す。水セメント比は0.5とした。表3に供試体配合を示す。S/Cは、既往の研究¹⁾で報告されているシラスコンクリートの配合を参考にし、シラスコンクリートの粗骨材部を取り除いた配合とした。混和剤は、モルタルフロー値で200±10mmとなるように混和量を調整した。

打設後24時間後に脱型を実施し、材齢7日まで封かん養生を実施した。その後、封かん養生と海水養生に供試体を分け、各養生を行った。海水は、2週間に一回、全量交換した。試験は、圧縮強度試験と水銀ポロシメーターによる細孔径分布、およびシラスの反応率を測定した。

表1 シラスの物性

| 産地 | 表乾密度 | 絶乾密度 | 吸水率 | 微粒分量(<75μm) |
|--------|------------------------|------------------------|-------|-------------|
| 霧島市横川産 | 2.16 g/cm ³ | 2.05 g/cm ³ | 5.8 % | 19.0 % |

表2 海水のイオン量

| イオン | Na ⁺ | K ⁺ | Mg ²⁺ | Ca ²⁺ | Cl ⁻ | SO ₄ ²⁻ |
|---------|-----------------|----------------|------------------|------------------|-----------------|-------------------------------|
| 濃度(ppm) | 12047 | 303 | 1278 | 296 | 17203 | 2504 |

表3 モルタル配合

| 供試体種類 (練混ぜ水-骨材種類-養生方法) | W/C | S/C | 単位量(kg/m ³) | | | | | 高性能 AE 減水剤 (%/C) |
|---------------------------|-----|------|-------------------------|-----|-----|-----|-----|------------------------|
| | | | W | | C | S | | |
| | | | 淡水 | 海水 | | 海砂 | シラス | |
| 海水-海砂-封かん | 0.5 | 1.24 | | 386 | 765 | 951 | - | 0.1 |
| 淡水-シラス-封かん | | | 362 | | 718 | - | 892 | 0.4 |
| 海水-シラス-封かん | | | | 362 | 718 | - | 892 | 1.0 |
| 海水-シラス-海水 | | | | 362 | 718 | - | 892 | 1.0 |

キーワード：シラス、火砕流堆積物、海水練り、海水養生、圧縮強度、空隙構造

連絡先：〒819-0395 福岡市西区元岡 744 TEL 092-802-3387

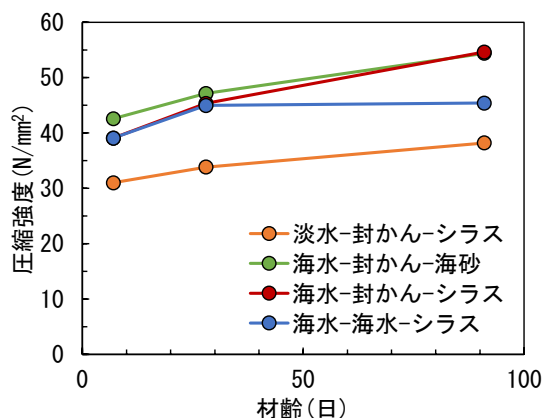


図1 圧縮強度試験結果

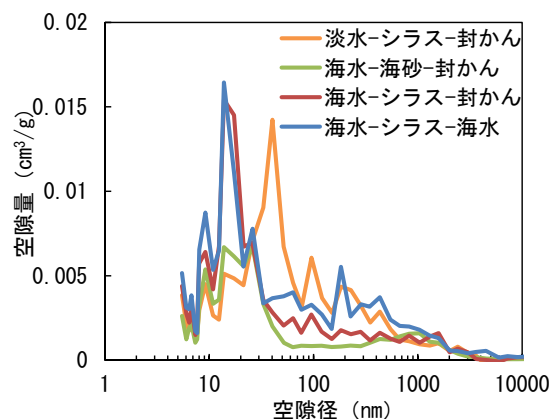


図2 細孔径分布

3. 実験結果

図1に圧縮強度試験の結果を示す。なお、海水養生を材齢7日に開始したため、海水練りシラスモルタルの材齢7日強度は、封かん養生のシラスモルタルの圧縮強度と同値とした。図より、淡水練りシラスモルタルと海水練りシラスをモルタルの強度を比較すると、海水練りモルタルの方が大きくなった。これはアルカリ分量の増加により、OPCの水和が促進されたためと考えられる。次に細骨材の種類で比較すると、シラス細骨材の初期強度は、海砂の初期強度よりも低い。しかし、材齢28日以降、強度が増進され、材齢91日では、同等の値を示した。これは、既往の研究より、海水のアルカリ成分がシラスの反応を促進したと考えられる。養生条件の違いについて比較すると、海水養生をした供試体の圧縮強度は、材齢28日までは封かん養生と同等だが、材齢91時点では強度の増加が確認できない。

図2に材齢28日における各供試体の細孔径分布を、図3に累積空隙量をそれぞれ示す。図2より、モルタル中の20nmから70nmの空隙量は、骨材の種類に関係なく、海水練りモルタルの方が淡水練りモルタルよりも小さい結果を得た。これは、上述したように海水中のアルカリ成分によって水和が促進したため、空隙径が低下したと考えられる。図3より、海水養生した供試体の総空隙量は、全配合の中で大きくなった。表4に横川シラス中に含まれている微粒分を混和したシラスセメントペーストを海水に浸漬した際の海水中のイオン濃度を示す。表より、供試体を海水で浸漬することにより海水中のCaイオンが増加し、Mgイオンが減少していることが確認できる。同様の現象がモルタル供試体でも起きていると考え、海水中に養生することによって、海水中のイオンとイオン交換がなされ、空隙量が増加し、強度の増加が低いと推察した。

4. まとめ

シラスを細骨材として用いた海水練りコンクリートの物理的性質について検討を行った。その結果、海水練りとすることで、OPCの反応が促進され初期強度が増加した。また、モルタルは、海水養生により、海水とイオン交換がなされ、イオン交換に伴う空隙量の増加を確認した。

参考文献

- 1) 里山永光, 武若耕司, 山口明伸, 審良善和: 干満帯に長期暴露した供試体によるシラスコンクリートの耐久性評価, コンクリート工学年次論文集, Vol.39, No.1, pp.775-780, 2017

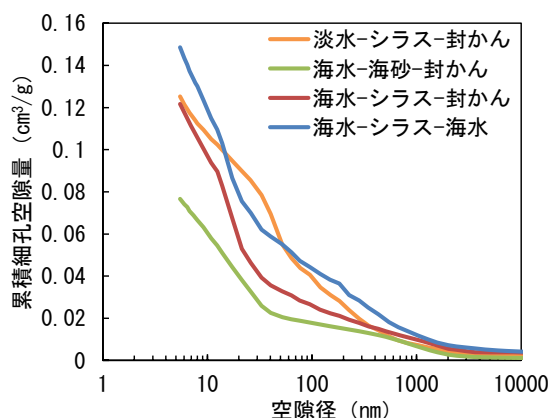


図3 累積細孔空隙量

表4 ペースト供試体の海水浸漬前後のイオン濃度

| | イオン量 (ppm) | | | | | |
|-------|-----------------|----------------|------------------|------------------|-----------------|-------------------------------|
| | Na ⁺ | K ⁺ | Mg ²⁺ | Ca ²⁺ | Cl ⁻ | SO ₄ ²⁻ |
| 浸漬前 | 12047 | 303 | 1278 | 296 | 17203 | 2504 |
| 24時間後 | 12361 | 440 | 455 | 1173 | 17262 | 2207 |