

Ⅲ-742

人工軟岩の性質に及ぼす海水練りの影響

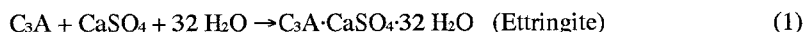
鹿島技術研究所 正会員 古澤靖彦 正会員 深沢栄造 山本博之
東京電力（株） 正会員 高尾 誠

1. はじめに

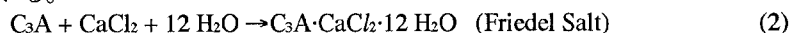
人工軟岩（現地発生土+砂+固化材+水の混合・固化物）は、周辺地盤との一体性が高い、現地発生土が有効利用できるなどの優れた特性により、重要構造物の地盤材料などとして広く用いられている。将来的に人工軟岩を沖合人工島の築島材料等に適用することを想定した場合、練混ぜ水として海水を使用することも考えられる。本報告では、海水・淡水（水道水）それぞれを用いた人工軟岩を作製し、強度発現性や水和反応の進行程度等の比較を通じて海水練りの影響を調査した結果を示す。

2. 海水の影響と試験項目

人工軟岩用結合材の成分構成を表-1に示す。この結合材は石膏を多量に含有していることが特徴で、通常のセメントクリンカーの反応によるCSH生成の他に、次式に示す反応でエトリンガイトを多量に生成する。



エトリンガイトは(1)式に示すように多量の水を固定化し、針状の結晶物として生成してマトリクス中にネットワークを形成して強度発現に寄与する。一般に用いられる人工軟岩の単位水量は400kg/m³以上と極めて多く、水分を固定化する能力の高いエトリンガイトの生成が、所要の硬化物性を発揮するために特に重要となる。一方、海水中には塩分が多量に含まれるが、エトリンガイトの主要構成物質であるC₃Aは、塩分存在下で下式の反応によりフリーデル氏塩と呼ばれる結晶性生成物を生成することが知られている。



フリーデル氏塩生成反応は、C₃A消費に関して(1)式との競争反応となるが、水分固定能は(2)式に示したようにエトリンガイトより低い。このため、C₃Aの水和反応平衡がフリーデル氏塩側に移行することは人工軟岩の硬化物性確保の観点から望ましくない。したがって本研究では表-2に示す材料・配合で海水・淡水（水道水）それぞれを用いた人工軟岩を作製し、強度発現性に加えて表-3に示す化学的な試験でエトリンガイトの生成状況を把握した。また、圧縮強度測定用供試体は、人工軟岩の標準養生条件である封かん養生以外に、イオン交換水・人工海水・10%硫酸ソーダ溶液・10%塩化ナトリウム溶液内で養生し、各種環境下での耐久性を把握した。

3. 結果及び考察

図-1に、海水練り、淡水練り人工軟岩の強度発現性を比較して示す。両者に有意な差は認められない。図-2には、X線回折法によるエトリンガイトピーク面積比の測定結果を示すが、ここでも有意な差は観察されず、海水練りの人工軟岩中でもエトリンガイトが順調に生成している。なお、海水練りの人工軟岩中にフリーデル氏塩の生成は確認されなかった。図-3には、細孔溶液中のCa²⁺イオンとSO₄²⁻イオン濃度の経時変化を示す。(1)式の反応は、石膏（CaSO₄）の溶解（極めて初期）→石膏の消費の順に進行するため、いずれのイオン濃度も反応の進行に伴い低下することになる。初期イオン濃度は、Ca²⁺、SO₄²⁻共に練混ぜ水から供給されるイオン量の差を反映して海水練りの人工軟岩が高くなるが、その後のイオンの減少量（初期濃度との差）はむしろ海水練りの人工軟岩の方が大きくなる。人工軟岩のような粘性土との共存系では、粘性土のイオン吸着の影響で溶液のイオンの挙動が複雑となる。このため、初期イオン濃度との差分がそのまま反応に寄与した量であるとは言えないが、定性的には、イオン濃度の指標からも海水練りがエトリンガイトの生成に悪影響を及ぼすことはないと判断される。図-4には、海水練りの人工軟岩について各種の養生条件での強度発現性状を示す。淡水練り人工軟岩は耐硫酸塩性等の化学抵抗性が高いことは報告されているが¹⁾、海水練りの場合においても材令180日までの範囲でいずれの環境下でも強度は低下しないことが確認された。なお、目視観察によっても肌落ち、表面剥離などは観察されず、すべての環境で健全な状態にあった。

4. まとめ

将来的な人工軟岩の適用性拡大を想定して、海水を用いて作製した人工軟岩の性質を評価した。その結果、強度発現性にもエトリンガイト生成を指標とした水和反応の進行にも海水練りの影響は認められず、人工軟岩用練混ぜ水として海水が十分使用できる可能性を示した。なお今回作製した供試体については、さらに長期の耐久性を注意深く観察してゆく予定である。

参考文献

[1] 百瀬他；第44回土木学会年次学術講演会講演概要集Ⅲ，pp.29-30，1989

表-2 試験に供した人工軟岩の材料と配合

表-1 人工軟岩用結合材の 構成成分比（重量％）			海水中の主要 イオン濃度(ppm)								
クリンカー	スラグ	石膏 CaSO ₄	配合 No.	粘土種類	固化材 種類	単位量(kg/m ³)					密度 (kg/m ³)
						粘土	海水	水道水	砂	固化材	
6 2	2 0	1 8	1	堆積泥岩	ロック メイド	214.5		591	700	180	2.686
			2				591				

表-3 化学的試験方法

項 目	試験方法
X線回折	エトリンガイトとフリーデル氏塩の同定 エトリンガイトについては内部標準物質とのピーク面積比によって半定量
細孔溶液中のイオン分析	人工軟岩より細孔溶液を分離して（初期材令では遠心分離，長期材令では圧搾法による分離），各種のイオン濃度を測定

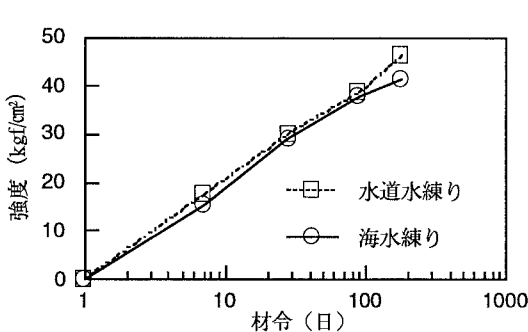


図-1 強度発現性状への海水練りの影響

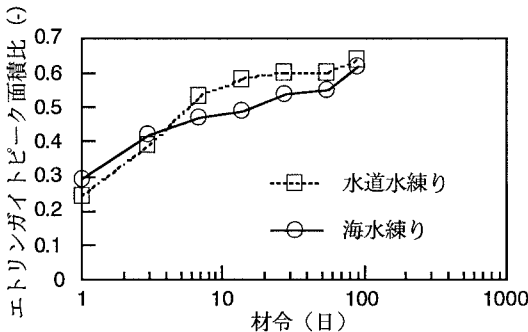


図-2 エトリンガイト生成への海水練りの影響

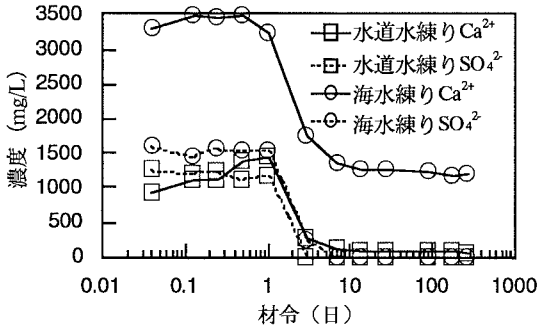


図-3 細孔溶液中のイオン濃度経時変化

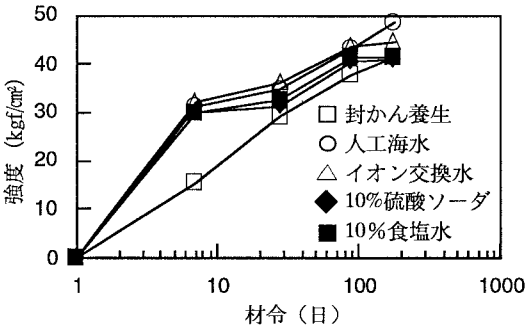


図-4 様々な養生条件での強度発現性状