

日本水工設計 正会員 深田 光
 宮崎大学工学部 正会員 丸山俊朗
 宮崎大学工学部 正会員 鈴木祥広

1. はじめに

建設物の解体に伴って発生する廃コンクリートは年々増加¹⁾しており、一部は再生骨材など建設材料として再利用が進められているが、今後さらに利用拡大をはかる必要がある。廃コンクリートによる再生砂を海底地盤改良材(パーティカルドレーン工法のサンドマット材など)として用いることが検討されている。しかし、コンクリートは一般に高アルカリであるので廃コンクリートを海底地盤改良材として用いた場合に、周辺海水の水質の改変や生物影響が懸念される。

そこで本研究では、基礎的研究として、廃コンクリートを再生砂として海底地盤改良材などに用いる場合の水質改変の特性を明らかにすることを目的とした。

2. 実験方法

(1) 材料

東京都で現在路盤材料として使用されている再生砂を使用した。CaO含有率は、硬化コンクリートの配合推定のための化学分析法²⁾による分析の結果20%であった。

(2) 繰り返し溶出実験

繰り返し溶出実験は環境庁告示法³⁾に基づいて行った。1ℓ容のナルゲン角瓶に人工海水⁴⁾500mlをとり、5, 10, 25および50gの粉碎した粒径0~2mmの市販再生砂を入れ、重量体積比を1, 2, 5および10%とした。TAITEC社製RECIPRO SHAKER NR-10を用いて振とうを6時間(往復速度:110回/分, 往復距離:3cm)後、溶媒を0.45μmメンブランフィルターでろ過し、ろ液について水質分析を行った。ポリ容器に残留した材料とろ紙上の懸濁物質は、不完全溶出砂としてポリ容器に戻し、新たに溶媒を加え再び振とうを行い、繰り返し溶出実験を行った。ろ液の測定項目はpH, Ca^{2+} , Mg^{2+} , M-アルカリ度とした。

(3) 海水の水質改変の物質収支に関する実験

・溶出実験

(2)と同様の溶出実験を行い、溶出後の溶媒の成分濃度を測定した。測定項目は海水中の主要成分である Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+ , Cl^- , SO_4^{2-} およびIC(無機態炭素:主として HCO_3^- と CO_3^{2-})とした。

・沈殿物の特定

コンクリートからアルカリ成分が溶出してくることを想定し、人工海水100mlに飽和石灰水 $[\text{Ca}(\text{OH})_2]$ 100mlを添加して沈殿物を生成させた。その後沈殿物をろ過し、ろ液中の各成分を測定した。また、ろ紙上の沈殿物についても分析を行った。

3. 結果と考察

図-1に溶出回数の増加に伴う Mg^{2+} 濃度の変化を示す。重量体積比10%の場合の Mg^{2+} は、溶出回数一回目において人工海水の Mg^{2+} 濃度である約1350mg/ℓから約500mg/ℓに著しく減少した。この減少量は重量体積比1, 2, 5, 10%でそ

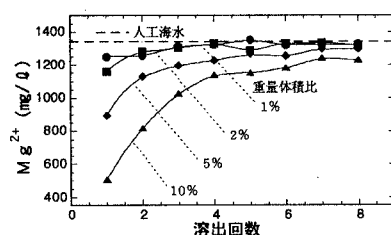


図-1 溶出回数の増加による Mg^{2+} 濃度の変化

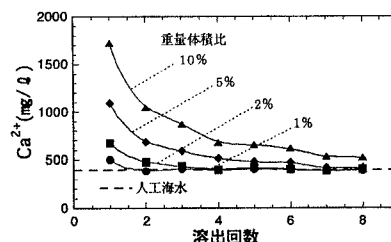


図-2 溶出回数の増加による Ca^{2+} 濃度の変化

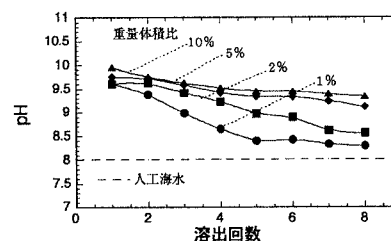


図-3 溶出回数の増加によるpHの変化

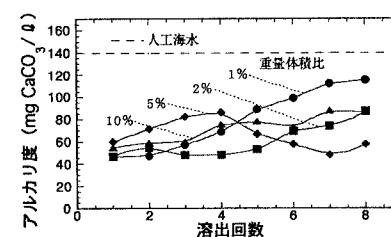


図-4 溶出回数の増加によるM-アルカリ度の変化

キーワード: サンドマット, 廃コンクリート, 再生砂, 海水, 水質改変

〒889-21 宮崎市学園木花台西1-1 TEL 0985-58-2811 FAX 0985-58-1673

れぞれ0.0037, 0.0075, 0.018, 0.034molである。その後、溶出を繰り返すとともに Mg^{2+} の変化は少なくなり人工海水の濃度に近づいた。図-2に、溶出回数の増加に伴う Ca^{2+} 濃度変化を示す。 Ca^{2+} は、人工海水の Ca^{2+} 濃度よりも著しく高い値を示し、重量体積比10%の場合では、約4倍であった。その後、溶出を繰り返すとともに徐々に人工海水の濃度まで減少した。この増加量は重量体積比1,2,5,10%でそれぞれ0.0025, 0.0068, 0.017, 0.033molであり Mg^{2+} の減少mol数と Ca^{2+} の増加mol数が、おおよそ一致した。また、図-3の溶出回数の増加に伴うpHの変化と図-4の溶出回数の増加に伴うM-アルカリ度濃度の変化より、溶出回数初期にpHは上昇し、M-アルカリ度は減少した。

表-1に、人工海水と溶出実験後の成分濃度の比較を示す。表-1より、溶出実験後、 Ca^{2+} は増加、 Mg^{2+} は減少、ICは減少した。このとき減少した Mg^{2+} と増加した Ca^{2+} のモル数はほぼ同数であった。したがって、 Mg^{2+} が $Mg(OH)_2$ として析出した分だけ材料から Ca^{2+} が供給されたと考えることができる。 Na^+ , K^+ , Cl^- および SO_4^{2-} については、変化は見られずコンクリート再生砂による影響を受けないことが明らかとなった。

表-2に、飽和石灰水と人工海水による沈殿物量を示す。 Mg^{2+} 54.2mg, Ca^{2+} 3.7mgがそれぞれ OH^- , CO_3^{2-} と反応したと考えると $Mg(OH)_2$ が130mg, $CaCO_3$ が9mg, 計139mg沈殿物を生成することになり、実測値140mgとほぼ同じ値になった。したがって、飽和石灰水添加によって生成された沈殿物は、 $Mg(OH)_2$ と $CaCO_3$ であることが明らかとなった。

以上の結果から、図-3に、海水に廃コンクリートを添加して振とう6時間後の沈殿物の生成と海水の主要成分の増減を示す。図中の数値は、重量体積比10%の場合における値である。コンクリートを海水に添加すると、コンクリート中のCaOは、海水中で水合して、 $Ca(OH)_2$ になる。そして、 OH^- イオンがコンクリートから溶出し、海水のpHが上昇する。 OH^- と Mg^{2+} が反応する条件になり、 $Mg(OH)_2$ を形成して沈殿する。また、溶出した OH^- イオンの分だけ Ca^{2+} イオンは溶出し、その一部は海水中の HCO_3^- と反応して、 $CaCO_3$ を生成して沈殿するが、 HCO_3^- が消費されてしまうと Ca^{2+} はそのまま海水中に残ることになり海水中の Ca^{2+} 濃度は増加する。

4. おわりに

海水にコンクリート再生砂を加えた場合、その周辺では、初期の段階で、pHは上昇、 Ca^{2+} は増加し、 Mg^{2+} は減少し、M-アルカリ度 (HCO_3^-) は減少することが分かった。また、コンクリート再生砂から溶出する $Ca(OH)_2$ と反応する海水中の成分は、 Mg^{2+} と HCO_3^- であり海水中の Mg^{2+} がコンクリート再生砂からの $Ca(OH)_2$ の溶出に影響を与えていることが明らかとなった。

参考文献

- 1) 東京都港湾局・沿岸開発技術センター：平成6年度資源（再生砂）の有効利用に係わる環境調査報告書，1995。
- 2) コンクリート専門委員会：硬化コンクリートの配合推定について，セメント・コンクリートNo.251，1968。
- 3) 廃棄物研究財団編：特別管理一般廃棄物はいじん処理マニュアル，pp.214～217。
- 4) APHA：Standard methods for the examination of water and wastewater, 18Ed., p.8-11, APHA, Washinton DC, 1992。

表-1 人工海水と一回目の溶出実験後の成分濃度の比較

	人工海水	溶出実験後	
Ca^{2+}	401	2,080	(増)
Mg^{2+}	1,340	306	(減)
Na^+	10,400	10,400	
K^+	400	410	
Cl^-	19,200	19,300	
SO_4^{2-}	2,700	2,750	
IC	26	2	(減)

(mg/l)

表-2 飽和石灰水と人工海水により生成される沈殿物量

	人工海水100ml+ 飽和石灰水100ml	沈殿物量 140.0±12.7mg	考えられる沈殿物量 (N=3)
Ca	140.0mg	3.7±0.55mg	→ $CaCO_3$ とすると 9.25mg
Mg	134.0mg	54.2±0.51mg	→ $Mg(OH)_2$ とすると 130.2mg
			↓ 計 139mg

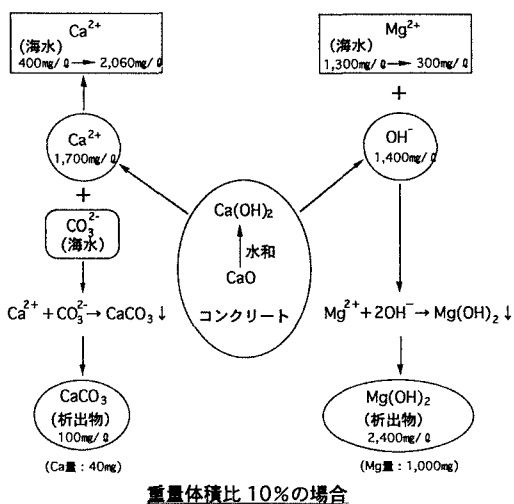


図-5 海水にコンクリート再生砂を添加して振とう6時間後の沈殿物の生成と海水の主要成分の増減