

V-377 海水によるコンクリートの物性変化とAE特性

公害資源研究所 瀬戸政宏（正会員）・勝山邦久
 木山 保（正会員）・歌川 学（正会員）
 三井金属鉱業㈱ 竹村友之 ・原田芳金
 岡田洋一

1. 緒言

地下空間を岩盤内に開削した場合でも、地下空間内に地下水が流入しなければ地盤沈下も無く問題はないが、現実には既存の地下鉄における漏水量は約 $40 \sim 120 \text{ m}^3 / \text{日} / \text{km}$ で、最近建設された地下鉄では約 $1 \sim 3 \text{ m}^3 / \text{日} / \text{km}$ という報告があり、長期的にみれば地盤沈下も考慮する必要がある。

最近言われている大深度地下空間の建設場所は、海岸に近い大都市の地下を設定している。そこで、本研究は地下水に海水が混入する場合もあることが予想されるため、海水がコンクリートに及ぼす影響を検討し、長期的なコンクリートの物性変化の加速実験と物性変化の早期発見の基礎資料に資することを目的としている。

2. 模擬海水がコンクリートに及ぼす影響

2. 1 模擬海水

用いた模擬海水はASTM規格に従って作成し、その成分はTable 1のようである。また、模擬海水濃度はTable 2に示すように5種類であって、 $1/4$ 倍濃度～2倍濃度までと比較のためのイオン交換水を用いた。

2. 2 コンクリート供試体

供試体の大きさは直径 $10 \text{ cm} \times$ 高さ 20 cm で、セメントは普通ポルトランドセメント、養生日数28日、養生温度は 20°C 、28日強度は 40.5 kgf/cm^2 、スランブは 8.74 cm 、空気量は 0.98% である。コンクリートの配合をTable 3に示した。実験期間が限られていること、目的が物性変化をとらえることであるため通常のコンクリート配合を用いたが、水だけは純水（イオン交換水）を用いた。

2. 3 実験結果

上記のコンクリート供試体3個づつを模擬海水 25 l 中に浸漬させた。浸漬時間は現在のところ $1 \sim 10$ カ月である。Fig. 1は、浸漬時間と共に強度がどのように変化するかを示したもので、横軸は浸漬時間（月）、縦軸は模擬海水浸漬コンクリートの一軸圧縮強度をその時のイオン交換水浸漬コンクリートの一軸圧縮強度で除した値である。図より明らかなように、海水中のコンクリートの強度は時間の経過と共に低下するが、IとIIのように濃度が薄い場合には、低下の程度は小さい。これは、Fig. 2に示すように模擬海水中のMgイオン等がなくなったためである。Fig. 3はコンクリート中のCaイオンが浸漬時間と共にどのように変化したかを示したものでイオン交換水に浸漬したコンクリート中のCaイオンとの比で示した。Fig. 4は海水濃度IVの試料表面近傍と表面から約 1 cm の所のコンクリート中のEPMA線分析結果の一例である。X線回析分析によるブルーサイト皮膜（ $\text{Mg}(\text{OH})_2$ ）の所にMgの大きなピークがあり、Clは内部で、Sは表面近傍で大きな値となっている。

Fig. 5は、浸漬5カ月後の試料の一軸圧縮試験中に発生したAE（アコースティック・エミッション）のカウンタ累積数を示したもので、横軸は最大荷重を 100% にとり、縦軸は最大荷重の時のAE発生数を 100% として表した。図より明らかなように、模擬海水により強度低下した試料では、低荷重の範囲でも多くのAEが発生するのが分かる。Fig. 6は、5カ月後のコンクリート中のCaの変化量と荷重が 50% 時のAE発生数との関係を示したもので、良い直線性があるのが分かる。これより、Caを含む化学反応の結果がAEの発生特性に影響を及ぼしているものと思われる。

Table 1 Chemical composition of natural sea water & artificial sea water

成分	自然 mg/kg	模擬 mg/l	成分	自然 mg/kg	模擬 mg/l
Na	10,556	11,025	Cl	18,980	19,821
K	380	397	SO ₄	2,649	2,770
Ca	400	420	F	1.3	-
Mg	1,272	1,350	BO ₃	0.39	-
Fe	0.01	-	N	0.5	-
SiO ₂	6.4	-	Sr	8	-
HCO ₃	140	146	Br	65	68

Table 2 Density of used sea water

0	イオン交換水	III	3/4倍海水濃度
I	1/4倍海水濃度	IV	1倍海水濃度
II	2/4倍海水濃度	V	2倍海水濃度

Table 3 Mix proportion

水セメント比 %	細骨材率 %	単位量 (kg/55l)				
		セメント	純水	細骨材	粗骨材A	粗骨材B
55.0	45.0	18.5	10.2	45.3	39.2	17.1

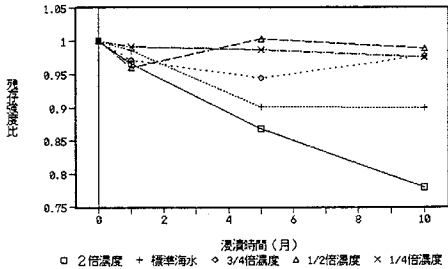


Fig.1 Compressive Strength ratio of concrete in the sea water to concrete in the pure water

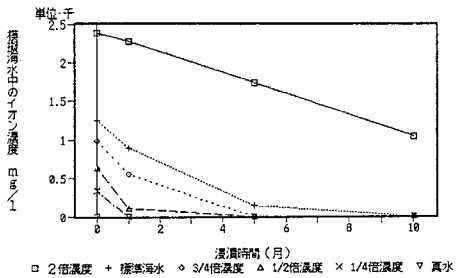


Fig.2 Relation between Mg++ in the sea water with dipped time

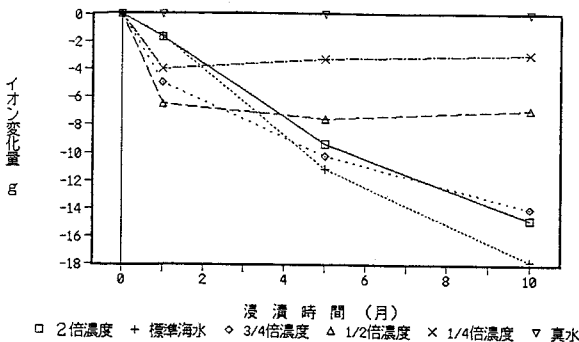


Fig.3 Relation between Ca++ in the concrete with dipped time

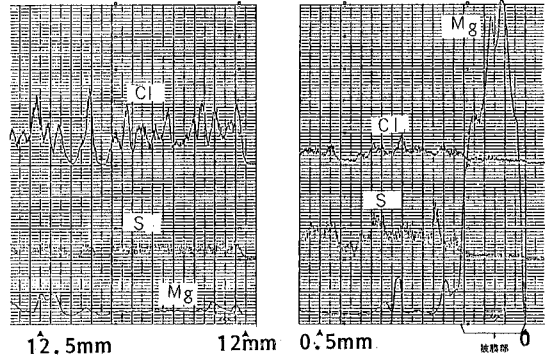


Fig.4 EPMA Analysis near the surface and the inside (1.2cm from the surface) of the concrete

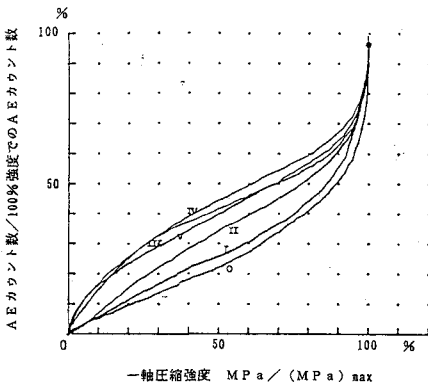


Fig.5 AE events during the uniaxial compressive loading of the concrete in the sea water

500%強度での累積AEイベント数

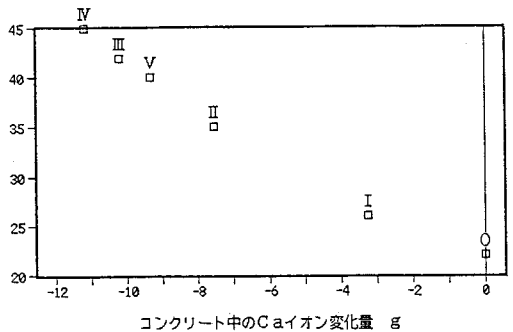


Fig.6 Relation between AE events and Ca++ in the concrete