

## II-69 コンクリートからのアルカリ分滲出に関する研究

北海道東海大学工学部 正員 竹田 英章  
 工藤 裕輔  
 小林 正幸

### 1. はじめに

最近、海域のコンクリート構造物から溶出するアルカリ分が、海藻や魚類等の幼稚子生育に悪影響を及ぼすのではないかと懸念する話があり、一部の漁民もこの風説を信じているようである。これを検証するために、コンクリート試験体を海水および淡水に浸してpHの変化を調べたので、ここに報告するものである。

### 2. 実験方法

#### 2-1 実験-1

セメント1：砂2、水セメント比50%のモルタル試験体(3.2 cm×3.2 cm×2.1 cm、水を吸った重さ約4.2 gf、水中養生なし)を約1 lの河川水(豊平川藻南公園)および海水(寿都町弁慶岬)に入れて、'92年7月21日からpHの測定を開始した。

#### 2-2 実験-2

セメント1：砂2、水セメント比50%のモルタル試験体(円柱体、径5.5 cm、長さ2 cm、水中養生なし)、消波ブロック用コンクリート(圧縮試験用テストピースから切り出した5.2 cmの立方体、材令28日迄の水中養生済、設計基準強度210 kgf/cm<sup>2</sup>、スランプ5 cm、水セメント比の最大値50%、粗骨材最大寸法40 mm、空気量4.5%、最低セメント量280 kgf/m<sup>3</sup>)および鉄筋コンクリート用コンクリート(圧縮試験用テストピースから切り出した5.2 cmの立方体、材令28日迄の水中養生済、設計基準強度240 kgf/cm<sup>2</sup>、スランプ12 cm、水セメント比の最大値50%、粗骨材の最大寸法40 mm、空気量4.5%、最低セメント量280 kgf/m<sup>3</sup>)を約2 lの海水(天然および人工)、淡水(河川水、水道水および蒸留水)に入れて、'95年9月29日から順次pHの測定を開始した。

サンプル数を表-1に示す。

表-1 サンプル数

		海 水		淡 水		蒸留水	水中養生
		天然	人工	河川	水道		
実験-1	モルタル	2		2			なし
実験-2	モルタル	2	1	1	1		なし
	消波ブロック用 コンクリート	2	1	1	1	1	あり
	鉄筋構造物用 コンクリート	2	1	1	1	1	あり

### 3. 水素イオン指数<sup>1)</sup> pH

水溶液中の水素イオンの有効濃度が $10^{-x} \text{ mol/l}$ のとき、pHはXで示される。pHは普通は0から14の範囲で定義される。水のイオン積は温度によって異なり、中性のpHは0℃では7.5、25℃では7、60℃では6.5である。海水は、pH7.5~8.5程度で弱アルカリ性である<sup>2)</sup>。

A Study in the pH of the Alkaline Material Dissolved in Water from the Concrete Test Pieces  
 by Hideaki TAKEDA, Yusuke KUDOU and Masayuki KOBAYASHI

いま、 $\text{pH}2.41$ の食酢 $1\text{gf}$ を $99\text{gf}$ の水に入れたときの $\text{pH}$ は $2.95$ 、 $999\text{gf}$ の水に入れたときは $\text{pH}3.81$ であった。食酢の解離度を考慮すると定義通りになっており、水溶液量の違いによる $\text{pH}$ の換算は可能である。

#### 4、実験-1の結果

サンプルの違いによる $\text{pH}$ のバラツキを調べたものが図-1である。河川水の方が海水よりもバラツキが大きかったが、同図によればサンプルの違いによる $\text{pH}$ のバラツキはほとんど見られない。河川水と海水との $\text{pH}$ を比較したものが図-2である。 $\text{pH}$ は河川水の方が海水よりも大きい。

試験体投入前の $\text{pH}$ は、河川水で $6.83$ と $6.99$ （平均 $6.91$ ）、海水で $8.26$ と $8.24$ （平均 $8.25$ ）であった。 $\text{pH}$ は日数の経過と共に増大し、約10日後にやや小さくなった。その後、約5日間ほどを経て以前の値に戻り、約100日後迄 $\text{pH}$ は徐々に大きくなって極大値に達するようである。

#### 5、実験-2の結果

消波ブロック用コンクリート試験体について、河川水と水道水との $\text{pH}$ を比較したものが図-3である。初期の数日経過後の $\text{pH}$ は共に $11\sim 12$ の範囲で有意な差は認められない。

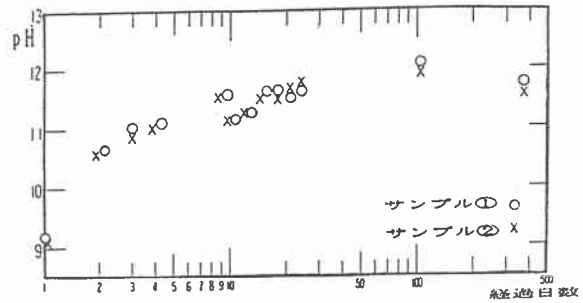


図-1 サンプルの違いによる $\text{pH}$ のバラツキ（河川水）

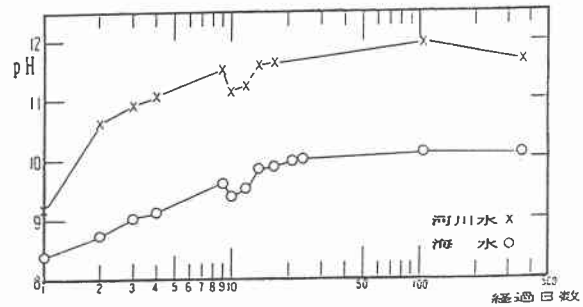


図-2 河川水と海水の $\text{pH}$ の比較（モルタル）

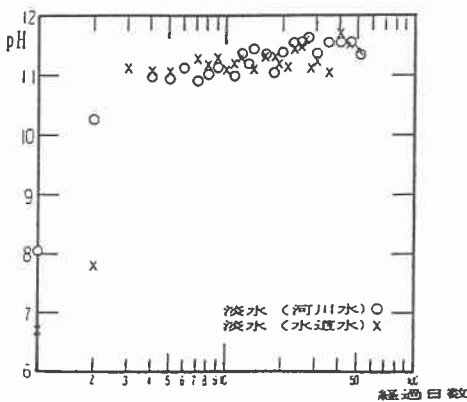


図-3 河川水と水道水との $\text{pH}$ の比較（消波ブロック用コンクリート）

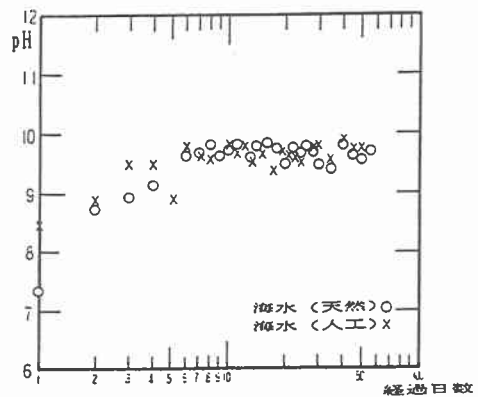


図-4 天然海水と人工海水との $\text{pH}$ の比較（消波ブロック用コンクリート）

図-4は、同種の試験体に対する天然海水と人工海水との比較である。初期の数日間において、天然海水ではpHが次第に大きくなるのに対し、人工海水では急に一定値に達するようである。しかし、初期の数日間を除けば有意な差は認められずpHは9~10の範囲となっている。同様に、水中養生を行ってないモルタル試験体について求めたものが図-5および図-6である。この場合でも消波ブロック用コンクリート試験体と同じ傾向を有している。なおモルタル試験体の重量は約120gf、コンクリート試験体の重量は約280gfでなので、両者のpHは単純に比較することはできない。鉄筋コンクリート用コンクリート試験体について、蒸留水、河川水および水道水のpHを比較したものが図-7である。初期の数日間では淡水の種類による、pHの違いが生じるものの、5日間経過後では有意な差は認められないようである。

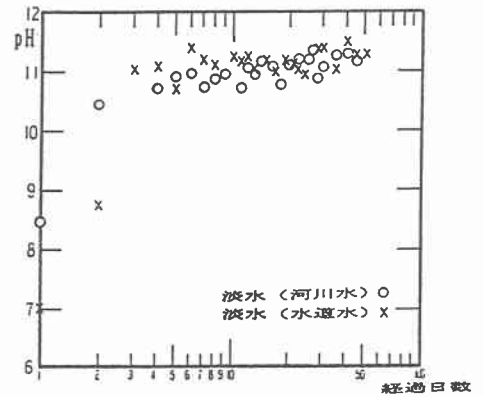


図-5 河川水と水道水のpHの比較  
(モルタル試験体、水中養生なし)

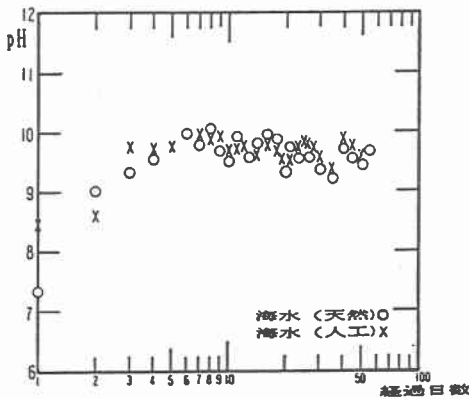


図-6 天然海水と人工海水のpHの比較  
(モルタル試験体水中養生なし)

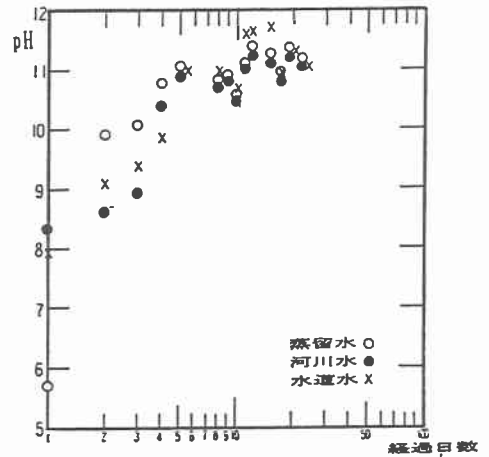


図-7 淡水の種類によるpHの比較  
(ケーソン用コンクリート試験体)

## 6、溶液中に生じた沈殿物

実験-1において、海水では淡水に比べて2倍程度以上の沈殿物が生じた。実験-1の海水でのサンプル1個について、海水量989ccで12.8gfの白色沈殿物が得られた。この沈殿物の粒径加積曲線(容積)の50%粒径は20ミクロン程度で、粒度の容積百分率の1例を表-2に示す。同表によれば12~48ミクロンの粒度が64%を占めていることとなる。なお、白色沈殿物はX線回折装置での分析によれば、とりあえず $\text{CaCO}_3$ 、 $\text{Ca(OH)}_2$ 、 $\text{Mg(OH)}_2$ が得られたが、これに関してはさらに精密な分析をしなければならない。

## 7、まとめ

今回の結果をとりまとめると以下のとおりである。

①モルタルあるいはコンクリートから滲出するアルカリ分による水溶液のpHは、淡水の方が海水よりも大きい。

②水溶液として、淡水は河川水、水道水、蒸留水を、海水は天然海水および人工海水を対象にしたが、初期段階経過後は、淡水の種類による有意な差は認められない。同様に海水の種類による有意な差も認められない。

③水溶液のpHは、図-2に示すように初期段階では日数の経過と共に増大し、約10日前後にpHが小さくなる。その後、再びpHは徐々に大きくなって約100日程度迄に極大値に達するようである。

表-2 沈殿物の粒度分布（容積）

サンプル micron	= KAISUI NO 1 V%	H%
0.1	0.0	0.0
0.2	0.2	0.2
0.4	0.5	0.3
0.6	1.0	0.5
0.8	1.4	0.4
1.0	1.8	0.4
1.5	3.2	1.4
2.0	5.1	1.9
3.0	8.7	3.6
4.0	11.4	2.7
6.0	16.2	4.8
8.0	22.2	6.0
12.0	31.6	9.4
16.0	41.0	9.4
24.0	58.6	17.6
32.0	70.8	12.2
48.0	86.2	15.4
64.0	91.5	5.3
96.0	98.7	7.2
128.0	99.8	1.1
192.0	100.0	0.2

MEDIAN= 20.1

## 8、おわりに

コンクリート構造物からのいわゆる”アク”について室内実験を行ったが、海水では淡水に比べて、白色沈殿物の発生量が多く、pHも小さかった。これは、コンクリートからの滲出物質と海水中の溶存塩類との化学反応によるものと考えられる。

なお、白色沈殿物の生物影響調査については、今後、海藻幼生の生育試験を行って確かめてみたいと考えている。

最後に、実験-2は北海道機械開発（株）の委託研究により実施中のもので、この機会を与えてくださった同社に謝意を表す次第である。

## 参考文献

- 1) 平凡社大百科事典（1985）：12巻 p. 336.
- 2) 中村 充（1991）：水産土木学、工業時事通信社、p. 220.