水セメント薄膜のアルカリ溶出形態について

鈴木 三郎*

On the Manifestation of the Dissolving Alkaline
Substances out-of Wash-Cement

Saburo Suzuki

Abstract

Studied the manifestation of the dissolving alkaline substances out-of wash-cement, using the method of applied chemical quantitative analysis. If we shall be able to restrain sufficiently, wash-cement exceed evidently organic solvent plastic paint in safety and cost.

Searched for the gross alkaline substances contained 1.00g of cement and the variation of dissolution rate for difference of preservation hours, studied some methods of dissolving restraint of alkaline substances. Introduced an example of them-the method by artificial sea-water.

The result is as follow ;

1. The gross alkaline substances contained cement convert gramm of $\text{Ca}(\text{OH})_2$, so it is 44.7~47.6 % of cement.
2. Dissolution rate is 55.1~72.0% of stiffened cement which was preserved for 24~120 hours.
3. Dissolution restraint rate is 54.7%, as the stiffened cement preserved for 24 hours which was twice submerged in artificial sea-water compared with the stiffened cement in the same manner.

1. ま え が き

船舶清水タンク塗装材として、有機溶剤による合成樹脂塗料が開発されてより十数年が経過したが、有機溶剤の塗料が持つ塗装上の問題はいまだ根本的解決がなされていない。いわんや従来より使用されていた水セメントの持つ問題点は十分な研究と解決がなされず、今日まで放置されているかに思われる。

周知の如く、清水タンク塗装材としての水セメントの持つ問題は—に塩基性物質の溶出による高アルカリ化である。接着強度の劣化を伴わずに高アルカリ化の問題が解決されれば、水セメントを塗装材とした場合の経済性や作業上の安全性は有機溶剤塗料のそれよりも、はるかに勝れていることは明白である。⁽¹⁾

今回は、過去多数の研究者によりなされた定性的分析を踏え⁽²⁾、応用化学的定量分析の手法により、セメントそのものの持つ塩基量を定量し、その数値を基準値と考え、養生時間による硬化水セメントの溶出塩基量の変化を数値的に求め、さらに安価で有効なアルカリ溶出の制御法を模索した。その一例として人工海水によるアルカリ溶出の制御法を報告する。

2. 実 験 目 的

セメントの成分や硬化理論より考えて、水セメントの硬化反応は約1~1.5年間⁽³⁾⁽⁴⁾続くものと考えられる。その間常に $\text{Ca}(\text{OH})_2$ が遊離してくるものである。従って、アルカリ制御を考える場合にも単期間に多量のアルカリを中和し、 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 結晶連鎖を崩す方法は最終強度より考えて不適當であり、硬化進行度に合った遊離 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ を不溶性物質又は難溶性物質に変化させ、セメント表面にち密な膜を形成させる方法が最も効果的なアルカリ制御法であると考えらる。

2.1 単位セメントに含まれる総塩基量

セメントより遊離する $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 量はセメント重量の40%であると云われてきた⁽⁵⁾。この40%という数値が妥

* 正会員，神戸商船大学（神戸市東灘区本庄町深江）

当なものかどうか、又実験に使用するセメントの総塩基量はいくらかを知るために、まずこの実験を行なった。

2.2 養生時間別単位硬化セメントの溶出塩基量

硬化セメントの溶出塩基量がどの程度あるものかどうか、又水セメントの養生が水によるアク抜きの場合でも24時間で良いものかどうかを知り、さらにアルカリ制御を考える場合の養生時間を何時間にすれば良いかの示唆を得るためこの実験を行なった。

2.3 人工海水処理による硬化セメント単位重量よりの溶出塩基量

アルカリ制御の方法として自然海水を利用することを目的としたが、実験室では人工海水を使用して、アルカリ溶出形態を量的に求めた。

2.3.1 人工海水によるアルカリ処理理論

セメントより溶出した $\text{Ca}(\text{OH})_2$ は水溶液中では次のように電離している。

このような水溶液中に Mg イオン（自然海水中には約1272PPM 含んでいる）が混入されると、 Mg イオンが OH イオンと反応して次のようになる。

即ち、 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ （溶解度0.165gr/100gr H_2O 、溶解積 5.5×10^{-6} at 20°C ）を Mg 処理をすることにより $\text{Mg}(\text{OH})_2$ （溶解度 $9 \times 10^{-4}\text{g}/100\text{g H}_2\text{O}$ 、溶解積 1.4×10^{-11} at 20°C ）に変え、セメント表面に $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 膜を付着させることにより、内部の $\text{Ca}(\text{OH})_2$ の溶出が阻止されると考えた。

3. 実験器具

使用鉄板：50.00×100.00mm（厚さ1.00mm）及び、50.00×50.00mm（厚さ0.50mm）の一般に市販されている鉄板、2種類

使用セメント：市販されている大手メーカー4社の試験証明書付ポルトランドセメント

蒸留水：東洋化学産業製GS-20N型、イオン交換樹脂を通した後蒸留したPH値6.50の蒸留水

乾燥器：岡野製作所製OS電気定温乾燥器

恒温恒湿器：根来製作所製低温恒温恒湿器141-NHT-1N型

化学天秤：安波化学天秤製作所製化学天秤

電磁攪拌器：東洋化学産業製電磁攪拌器SS-5型

ガラス器具：日本度量衡検定所検定合格のガラス器具（ビーカー、コンカルビーカー、フラスコ、ホールビペット、ビューレット、メスシリンダー等々）

薬品：指示薬を始め使用薬品は全て、特級合格薬品を使用した。

4. 実験方法及び結果

4.1 単位セメントに含まれる総塩基量の定量

4.1.1 実験方法

4社のセメントを出来るだけ同一条件にするため、開封と同時に蒸発皿に移し、乾燥器で 60°C 、24時間乾燥させ、密栓容器に入れ、これを実験用セメントとした。（以後の実験は全てこのセメントを使用した。）化学天秤でセメント1.00gを秤量し、正確に測った蒸留水250ml～6,000mlを入れたビーカーに移し、直ちに電磁攪拌を開始した。60分電磁攪拌した水溶液を濾過し、濾過されたセメント水溶液50mlをホールビペットで採取し、コンカルビーカーに移した。フェノールレッド（F.R）を指示薬として、0.02N-HCl（ $f=0.9748$ ）を使用して、ビューレットで中和滴定を行なった。このようにして、1サンプルにつき3回中和滴定を行ない、その相加平均値をそのサンプルHClの消費量とした。そしてこれを総水溶液量を中和するのに必要なHCl量に換算した。又PH測定も同時に行なった。

以下、本稿で単にHClという場合はすべて0.02N-HCl（ $f=0.9748$ ）をいう。

4.1.2 実験結果

第1表及び第1図がその実験結果である。第1表より、水量の増加と共にHCl量は増加するが、PH値は

表1 セメント 1 gr. に含まれる総塩基量

0.02N-HCl (f=0.9748) 量

水 量 ml	A 社 製		B 社 製		C 社 製		D 社 製	
	HCl ml	P H 値	HCl ml	P H 値	HCl ml	P H 値	HCl ml	P H 値
250	—	—	—	—	94.9	11.60	—	—
500	177.0	12.10	156.2	10.20	187.1	12.20	171.0	—
1,000	322.0	11.90	341.5	12.09	333.6	11.90	327.3	—
1,500	—	—	454.4	12.03	448.9	11.92	429.6	—
2,000	522.0	11.73	481.5	11.62	486.9	11.73	516.1	—
2,500	—	—	546.8	11.52	564.9	11.38	—	—
3,000	—	—	569.9	11.10	597.7	11.25	—	—
3,500	—	—	570.2	11.50	—	—	—	—
4,000	600.0	11.59	584.3	11.40	603.8	11.21	624.8	—
4,500	—	—	594.55	11.57	—	—	—	—
5,000	638.0	11.40	618.8	11.40	658.7	11.10	631.0	—
5,500	—	—	619.7	11.30	—	—	—	—
6,000	—	—	613.1	11.00	679.6	10.99	—	—

少しづつではあるが減少している。図1より、水量約 5,000ml より HCl 量は定常状態に入るものと考えられる。即ち、5,000ml でセメント 1.00 g は含まれる塩基物は全溶すると考えられる。(なお曲線は D 社製のセメントに対する HCl 量の点を結んだものである。) A 社セメントの HCl 量は 638.0ml であり、これが全て $\text{Ca}(\text{OH})_2$ に起因するものと考えれば $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 量は 0.461 g となる。さらに B 社では、0.4447 g, C 社では 0.476 g, D 社では 0.456 g となる。よって、セメントの単位重量より溶出する塩基量は $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 量で表わすと 44.7~47.6% であると云える。これはセメント成分⁷⁾より考えて、ほぼ妥当な数値であると云える。

以後の実験においては、使用セメントを全て D 社製セメントとし、その総塩基量は HCl 量で 631ml とした。なお、PH 値と塩基量の関係はこれで判明するので、以後 PH 測定は中止した。

4.2 養生時間別単位硬化セメントより溶出する塩基量の定量

4.2.1 実験方法

50.00×50.00mm の鉄板をペーパーで研磨した後中性洗剤で水洗し、さらに蒸留水で水洗し、120°C に保温した乾燥器に入れ乾燥させた後化学天秤で計量した鉄板を試料鉄板とした。秤量したセメント及び蒸留水を $\omega/c=1$ の比率で混合し、30分攪拌したセメントペーストを試料鉄板にハケで塗装した。温度 20°C 相対湿度 80% にセットした恒温恒湿器に試料を入れ養生を開始した。養生開始後 1 時間経過した試料を秤量し、その重量と試料鉄板重量との差を塗装セメント重量とした。秤量を済ませた試料鉄板を再び養生した。この様に養生した試料鉄板を 24 時間毎に一枚ずつ取り出し、蒸留水 1 l に直ちに浸漬し、ポリ塩化ビニールで密封した。24 時間浸漬した後試料鉄板を取り出し、浸漬水を前述の実験と同様な方法で中和滴定した。取り出した試料鉄板は新に用意した蒸留水 1 l に直ちに浸漬し密封した。この様にして塗装後 21 日を経過するまで 24 時間毎に実験を繰返した。

4.2.2 実験結果

第 2 表及び第 2 図がその実験結果である。又総塩基量と各経過日までの総溶出塩基量との割合及び塗装後 21

図1 セメント 1.00gr に含まれる総塩基量と水量との関係

表2 硬化水セメント1gr. より溶出する塩基量 (D社製セメント)

0.02N-HCl (f = 0.9748) 量

W/C	試料 1	試料 2	試料 3	試料 4	試料 5
	1	1	1	1	1
養生時間	24時間	48時間	72時間	96時間	120時間
養生条件	温度 20℃ 湿度 (相対湿度) 80%				
鉄板重量	11.5874gr	11.6009	11.5004	11.6847	11.7326
セメント重量	1.1428gr	1.0791	1.1596	1.1226	1.0974
セメント厚 mm	0.074	0.070	0.075	0.072	0.071

換水測定回数と HCl 量 (ml 単位)

1 日目	128.5	121.7	101.3	130.9	131.7
2	49.4	72.7	86.0	65.0	87.9
3	29.6	54.3	69.2	56.9	72.5
4	24.6	23.4	45.2	43.9	46.3
5	15.1	18.4	26.2	30.8	31.5
6	13.0	11.7	16.0	23.6	22.0
7	11.2	9.7	10.7	17.5	15.7
8	9.8	7.4	8.3	10.9	12.7
9	8.9	6.8	7.7	10.4	8.2
10	8.2	6.8	5.3	6.1	8.6
11	7.0	4.7	4.3	4.0	5.0
12	5.4	4.0	3.3	3.5	3.1
13	5.3	4.0	3.1	2.7	3.0
14	5.2	3.9	2.8	2.7	2.1
15	4.8	3.5	2.7	2.7	2.1
16	4.4	3.0	2.6	2.7	2.1
17	4.9	2.6	3.0	2.6	—
18	4.7	2.5	3.0	—	—
19	4.0	2.5	—	—	—
20	3.4	—	—	—	—
合計	347.4	363.6	400.7	416.9	454.5
溶出率 %	55.1	57.6	63.5	66.1	72.0

日目までの総溶出塩基と各経過日までの総溶出塩基量との割合を示したのが第3図である。第2図より、各経過日における溶出塩基量は塗装後16日目までは養生時間の長いもの程多くなっており、それ以後は次第に逆転することが解る。また第1回の浸漬で溶出する塩基量は養生時間による影響は余り見られなかった。ただ、48時間養生と72時間養生のものが少し下ったのは、浸漬中に空気の流れがあったものか、この二件のみが本実験で CaCO_3 の白色結晶物がわずかであったが発生していた。

第3図より、総塩基量に対する割合を見れば、24時間養生のもので55.1%、48時間養生のもので57.6

図2 塗装後各経過日における溶出塩基量

%, 72時間養生のもので63.5%, 96時間養生のもので66.1%, 120時間養生のもので72.0%となり, 養生時間の長いもの程総溶出量が大きくなることが判明した。塗装時点でセメント膜厚が同一になる様細心の注意を払ったが, 第2表より明らかなように0.070mm~0.075mm となった。従って第3図の曲線間隔の乱れは膜厚によるものではないかと思われる。さらに塗装後21日目までの総溶出塩基量に対する各経過日までの総溶出塩基量の割合を見れば, 24時間養生の曲線のみが際だっているが他の曲線は同様な性質を示している。これはセメントの硬化理論より考察すれば, C_3S や C_2S の末水和粒子の加水分解が十分なされていないからであり, それだけ強度は低いものと考えられる。(8)

さらにこの実験を水によるアク抜きと考えれば, 総塩基量の50%を溶出させるには, 24時間養生のもので塗装後14日, 48時間養生のもので9.2日, 72時間養生のもので7.6日, 96時間養生のもので8.6日; 120時間養生のもので8.4日必要となり, 72時間養生のものが最短日時となる。なお60%を溶出させるためには 120時間養生のものが最短日時となり, 10.4日となる。これより考えて, 従来のアク抜き養生時間は再考の必要があると考えられる。

5. 人工海水処理硬化セメントのアルカリ溶出度

5.1 人工海水処理の予備実験

人工海水を使ってセメントのアルカリ溶出制御ができるか否かを次の2点について予備実験を行なった。

5.1.1 理論値の人工海水で

アルカリ処理が可能か

表3のMgイオンを含む人工海水を作成した。セメント1.00gに含まれる総塩基量はD社セメントでHCl量631mlである。従って, これに当量な人工海水量は135mlとなる。

人工海水 150ml にセメント 1.00gを溶かし, 約2時間電磁攪拌した。その後濾過し, 濾過液 25ml について中和滴定をした。その結果平均HCl消費量0.80mlであった。従って人工海水セメント溶液のアルカリ量は

$$0.80 \times 150 / 25 = 4.80 \text{ ml}$$

人工海水自体のアルカリ量は

$$1.50 \times 150 / 50 = 4.50 \text{ ml}$$

即ち, セメント1.00gからはHCl 0.30ml 相当量のアルカリが溶出し

図3 硬化セメント単位重量より溶出する塩基量溶出率と浸漬回数

表3 人工海水処理予備実験結果

	試料 1	試料 2
W/C	1	1
養生条件	温度 20℃ 相対湿度 80% 24時間	
セメント重量	1.14gr/50cm ²	2.30gr/100cm ²
平均セメント厚	0.07mm	0.07mm
HCl(0.02N f=0.9748)量/セメント1.00gr		
第1回 24時間浸漬	蒸留水 1ℓ 128.5ml	人工海水312ml 4.89ml
第2回 24時間浸漬	蒸留水 1ℓ 49.4ml	蒸留水 1ℓ 15.5ml
人工海水	PH値 8.10 Mg ²⁺ イオン量 1.10grイオン/ℓ アルカリ量(HCl換算) 1.50ml/50ml	
主成分	NaCl 25.0gr/ℓ Na ₂ SO ₄ ・10H ₂ O 9.5gr/ℓ MgCl ₂ ・6H ₂ O 12.1gr/ℓ KI 0.05gr/ℓ KCl 0.60gr/ℓ CaCl ₂ ・2H ₂ O 1.50gr/ℓ Na(OH)1/10N 少量	

たことになり、 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 量に換算して $2.22 \times 10^{-4} \text{ g}$ となる。従って、ほぼ理論値に近い人工海水量でアルカリ除去が可能であると考えられる。

5.1.2 硬化セメントの人工海水処理

4.2の実験と平行して、 $50.00 \times 100.00 \text{ mm}$ の鉄板に、4.2の実験と同一条件で塗装・養生を行なった。24時間養生後、人工海水 312ml に24時間浸漬した後、中和滴定をした。さらにこの鉄板を蒸留水 1 l に24時間浸漬した後中和滴定を行なった。その結果第3表及び第4図のとおりであった。人工海水中的アルカリ溶出率は4.2実験の24時間養生のものと比較して、96.2%も減少しており、さらにそれを蒸留水に移した塗装後3日目のものでも68.6%も少なくなるという良好な結果を得た。

5.2 人工海水処理硬化セメントのアルカリ溶出形態

5.2.1 実験方法

$50.00 \text{ mm} \times 100.00 \text{ mm}$ の鉄板を使って、4.2の実験と全く同様な方法で実験を行なった。ただし、この実験に用いた人工海水は第4表の性質を有するも

図4 溶出塩基量と制御率

表4 人工海水処理実験結果

	試料Ⅰ-1	試料Ⅰ-2	試料Ⅰ-3	試料Ⅱ-1	試料Ⅱ-2	試料Ⅱ-3
塗装セメント重量 gr	1.5773	1.5755	1.6621	0.7365	1.6721	1.3514
ω/c	1			1		
平均セメント膜厚 mm	0.05	0.05	0.05	0.02	0.05	0.04
養生時間 hr	24			48		
養生条件	温度 20℃			相対湿度 80%		
人工海水浸漬	無	150ml 1回	150ml 2回	無	450ml 1回	450ml 2回
表面積 cm^2	100			100		

換水測定回数と HCl 量 (0.02Nf=0.9748)

1 日目	122.8	1.52	1.82	230.3	3.32	3.64
2	54.9	47.7	1.30	125.0	61.7	5.39
3	35.2	48.2	38.2	70.0	31.3	56.2
4	28.8	35.1	30.6	46.4	37.1	33.7
5	24.7	26.0	22.4	31.8	34.0	33.8
6	28.3	26.8	22.9	21.4	25.4	25.3
7	18.5	20.1	15.9	15.2	17.5	19.1
8	14.7	13.5	10.3	14.0	19.1	16.5
9	11.7	12.0	10.3			
合計	339.6	230.9	153.7	554.1	229.4	193.6
溶出率 %	100	68.0	45.3	100	41.4	34.9
セメントに含む総塩基量に対する%	53.8	36.6	24.4	87.8	36.6	30.7

塗装後10日目(上記実験終了)より48時間養生後秤量

セメント重量 g	0.8665	1.1860	1.3306	0.3711	1.2582	1.2120
減少率 %	45.1	24.7	20.0	49.61	24.8	10.3

人工海水の化学的性質

PH値 8.10
 Mg^{2+} イオン量 1.49grイオン/l
 塩基量 0.66mlHCl/50ml 人工海水

のである。試料鉄板は6枚とし、24時間養生及び48時間養生それぞれ3枚とした。24時間養生3枚のうち1枚は単に蒸留水に浸漬し24時間毎に中和滴定・換水をくり返し、1枚は塗装セメントのもつ総塩基量に相当な人工海水に1回(24hr)浸漬し、その後蒸留水1ℓに浸漬し、滴定・換水を繰り返した。又1枚は同様に人工海水2回(24hr+24hr)浸漬した後蒸留水1ℓに浸漬し、滴定・換水を繰り返した。48時間養生の3枚は24時間養生のそれと同様にし、人工海水量を3倍とした。

5.2.2 実験結果

第4表及び第5図がその結果である。又各経過日における総溶出量と塗装後10日目までの総溶出量の割合及び人工海水処理サンプルと基準サンプル(試料Ⅰ-1, 試料Ⅱ-1)との総溶出量の割合を示したのが、図6である。さらに人工海水処理サンプルのアルカリ溶出制御率を示したのが、図7である。そして絵描試験の結果を

図5 経過日数と溶出塩基量
(0.02N-HCl($f=0.9748$ 量))

図6 経過日数と総溶出率
(塗装後10日目までの総アルカリ量を(無処理)を100%とした)

図7 各経過日におけるアルカリの溶出制御率

図8 絵描試験の比較

表わしたのが、図8である。

第5図より、試料Ⅰ-2は人工海水浸漬中のみアルカリの溶出が少なくなり、塗装後4～5日目までは逆に増大しており、6日目以後は基準サンプル（試料Ⅰ-1）とほぼ同様な溶出となった。試料Ⅰ-3は人工海水浸漬中はアルカリの溶出が少なく、それ以後一度多くなるが6日目以後は再び少なくなっている。試料Ⅱ-2、試料Ⅱ-3は塗装後6日目まではアルカリの溶出が少ないが、7日以後は基準サンプル（試料Ⅱ-1）より増大している。しかしこれを第6図より見れば、第5図の初期における人工海水処理サンプルのアルカリ溶出が少ないため、総溶出率の曲線にはそれぞれ明白な差が認められる。即ち、24時間養生基準サンプル（試料Ⅰ-1）に対して人工海水1回処理のもので総溶出量は68.0%であり、2回処理のものは45.3%である。さらに48時間養生の総溶出量を見れば、1回処理のもので41.4%であり、2回処理のもので34.9%であった。従って、これより考えてもアルカリの溶出を制御する場合24時間養生のものより、48時間養生のもの程効果があることが判明する。それは前述の4.2実験における第3図より見ても明白である。

第7図の溶出制御率を見れば、48時間養生の試料Ⅱ-2、試料Ⅱ-3は7日まで制御率が非常に高くなっており、7日以後は制御率がマイナスとなっている。これはセメント量に対して3倍量の人工海水を使用したため $\text{Ca}(\text{OH})_2$ の溶出に加えて $\text{Mg}(\text{OH})_2$ が溶出したのかは判明しがたいが、溶解度積と溶解度より考えて、 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ の溶出ということは重要な原因とは考えられない。むしろ、セメント膜厚の差によるのではないかと考える。即ち基準試料であるⅡ-1はセメント膜厚0.02mmであるのに対して、Ⅱ-2、Ⅱ-3は0.05mm、0.04mmであるからではないかと考える。24時間養生の溶出制御率を見れば、Ⅰ-2よりもⅠ-3の方がはるかに制御率が良く、その効果が持続しているのが判明した。又試料Ⅰ-2について見れば、予備実験で見られた程の効果は無かった。予備実験で使用した人工海水は自然海水に非常に近い性質を有している（第3表）に反して、本実験で使用した人工海水はJIS規格にほとんど同一のものであった（第4表）ことが、予備実験と本実験をくわせた大きな原因ではないかと考える。

第8図の絵描試験は、10日目の実験後、48時間再養生した後、荷重100g、絵描速度3.14cm/10sec.で行なった結果である。これよりセメント強度の優劣を判定すれば、最も良好なものが48時間養生試料Ⅱ-1のものであり、ついで24時間養生試料Ⅰ-1のものである。さらに試料Ⅱ-3、試料Ⅱ-2、試料Ⅰ-3、試料Ⅰ-2の順となった。強度は養生時間が長い程大きくなる事は周知の通りである⁽⁹⁾が、今回の実験でもそれが確認出来た。さらに人工海水処理を行なうと、強度が少し劣ることが判明した。しかし、24時間養生と48時間養生の人工海水処理の強度を一概に論ずるのは、今回の場合浸漬海水量が異なるため不適当と思われる。なお本稿における全ての実験は室温20℃～25℃に保って行なわれた。

6. ま と め

1. セメントより溶出 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 量は従来セメント重量の約40%といわれて来たが、本実験でセメントより溶出する塩基量は $\text{Ca}(\text{OH})_2$ に換算して45.6%～47.6%であることが判明した。

2. 従来セメントの水によるアク抜きは24時間養生でアク抜き回数2回で良いとされていたが、本実験で判明したとおり、セメントが薄膜の場合、従来の考え方は再考の必要がある。仮に、総塩基量の50%をアク抜きで落すことを目標とすれば3日養生アク抜き回数約4回であり、さらに60%を目標とすれば5日養生アク抜き回数約3回というものが最短日時となる。

さらに硬化セメントより溶出する総塩基量は塗装後21日目で24時間～120時間養生のもので、セメントの持つ塩基量の55.1%～72.0%であることが判明した。

3. 人工海水によるアルカリ溶出制御では塗装後10日目までで、24時間養生当量の人工海水2回浸漬が制御率が最も良く、総塩基量に対して75.6%を制御していることになる。

4. 人工海水によるアルカリ制御を強度面からも踏えて、総合的に判定すれば、48時間養生したものを当量の人工海水で2回浸漬処理するのが最も良い結果となるのではないかと考えられる。

5. 従来より指摘されていた膜厚変化による溶出塩基量の変化、養生温度変化による溶出塩基量の変化の実験は今回は行なわれ得なかった。⁽¹⁰⁾ 今後この解明が早急になされ、硬化水セメントよりの溶出塩基量の実態が全ての面から解明され、その上でより有効な溶出制御法が解明される必要がある。

7. 謝 辞

本実験は昭和47年10月より、昭和48年8月までの間断続的に行なわれましたが、実験に際しては幾多の御指導・御示唆をいただきました元神戸商船大学化学研究室の青木教授、現神戸商船大学化学研究室内の広井助教授・市川教授を始め、航海学科杉浦教授、海技大学校明渡助教授に心より御礼申し上げます。

参 考 文 献

- (1), (10), 隅川・中田：船舶清水タンクの内面塗装と水質維持に関する研究—I・II・III：日本航海学会誌，35号，1966
- (2) 片上・明渡：飲料水タンクのアク抜きに関する実験：日本航海学会誌，26号，1962，外日本航海学会誌，34号，35号
- (3), (7), (8) 小野竹之助 コンクリート工学材料篇 森北出版 1971
- (4), (9) 米国開拓局 Concrete Manual オーム社 1971
- (5) 永井彰一郎：無機化学ハンドブック P880 1960
- (6) 化学大辞典 共立出版 1961，化学便覧 丸善 1966，千谷利三 無機化学 産業図書 1962

質 疑 応 答

鞠谷宏士 飲料水に適するアルカリ溶出の最大量について調べておられますか。またその量と実験での溶出制御の関係は如何ですか。

鈴木三郎

水質基準によるPH値8.60という数は定性的なものであり、それより一概に塩基性物質の量は正確に決定できません。しかし、単純計算しますと、HCl 量で 0.203ml/l に相当します。今回の $Mg(OH)_2$ による制御もその溶解度及び溶解度積より考えて、上記の数値まで落すことは非常に困難なことです。

片上圭四郎 換水により実船で適正な飲料水を能率的にしかも確実に得る可能性について、ドライアイス使用の問題も含めて、伺いたい。

鈴木三郎

本稿の実験目的の項で述べましたとおり、御質問の点を解決しようとしたのが本実験を始めた主旨でございます。ドライアイスによる $CaCO_3$ の形成によってアルカリ溶出を制御する方法も、最終形成物である $CaCO_3$ の溶解度及び溶解度積より考えれば、非常に困難なことと言えます。従って、それらの制御法もすべてそのワン・ステップであると考えております。今後さらに御主旨にその方法を模索し、実験を続ける必要があると考えております。