琉球大学学術リポジトリ

コンクリート中の塩分量分布とその移動に関する研究　その1

メタデータ	言語: 出版者: 琉球大学工学部 公開日: 2010-08-04 キーワード (Ja): キーワード (En): Salt Concentration Distribution, Intrusion of salt, Influence of W/C, Effect of coating, Evaporation, Edge Effect 作成者: 具志, 幸昌, 和仁屋, 晴讙, 伊良波, 繁雄, Gushi, Yukimasa, Waniya, Haruyoshi, Iraha, Shigeo メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/20.500.12000/17687

コンクリート中の塩分量分布とその移動に関する研究 その1

具志幸昌* 和仁屋晴讙* 伊良波繁雄*

Studies on Salt Content Distribution in Concrete and Its Transition with Time, I

Yukimasa GUSHI, Haruyoshi WANIYA, Shigeo IRAHA

Synopsis

Investigations have revealed that the damages due to corrosion of Re-bars in RC structures have been prevailing in Okinawa Prefecture and that the major cause of the damages is salt contained in concrete.

There has been also disclosed that high values of salt concentration are found much frequently in concrete of RC structures mentioned above. The writers have started a series of experiments to disclose the causality between many causes and their effects on the above high values of salt concentration. The main one among the many causes is considered to be salt intrusion through concrete surface and water movement in concrete due to evaporation. Specimens were placed on some various places under different environments. One year has passed and the following results are obtained.

1. Specimens at coast have been intruded by a large amount of salt during one year period. The amount of 0.4 to 0.8 % salt by weight of mortar in concrete have been found. The effect of initial salt conent on salt concentration has been disappeared after one year. In some specimens at the point 500 m from coast, there have been also observed small increases of salt content in concrete.

2. The influence of W/C on salt concentration by penetration has been also founded in the specimens at coast. The smaller W/C is, the smaller quantities of salt are penetrated at the time one year has passed. The specimens at the point 500 m from coast have also shown the same tendency, but, only the specimen of W/C = 70 % has indicated a small increase in salt content. At coast, the differences among the quantities of intruded salt are relatively small and the quantities them-

受付：1982年4月30日

* 琉球大学工学部土木工学科

selves are quite large. The structures at or near sea coast must be taken by some protective measures other than lowering W/C.

3. Coatings on concrete surfaces have some beneficial effects on salt penetration resistance, but there have been a large amount of penetrating salt in concrete of the specimens at coat. The lining of acril-gum coating material has been proved to have an excellent effect on preventing the intrusion of salt into concrete.

4. In all specimens, increases of salt concentration near the surfaces of concrete are observed at the biginning of this experiment. The movement of water toward surfaces in concrete specimens due to drying and evaporation is most responsible for this phenomenon. This phenomenon is termed "*Edge effect*". The salt concentration near surface amounts to 1.4 to 4 times the one of inside middle part of specimens.

Key Words: Salt Concentration Distribution, Intrusion of salt, Influence of W/C, Effect of coating, Evaporation, Edge Effect.

1. 序　説

沖縄県の鉄筋コンクリート（RCと略称する）構造物には，鉄筋腐食による損傷が他県に例をみないほど非常に高い割合で発生している。これは種々の調査の結果明らかになっているが，また，その寿命も著しく短い。例えば，1972年の時点で，沖縄県の主要な道路の橋梁（殆どがRC橋である）で，調査できた231橋のうち，約61％に当る142橋には，梁主筋の発錆による水平ひびわれが発生していた。[1] 戦場となった沖縄県では，橋梁は殆ど1950年以降に新設されており，これが現在では，主要道路の大部分で損傷が甚だしいため，架替えられ，2代目となっている。

鉄筋腐食の原因はコンクリートの中性化でなく，コンクリート中に含まれる食塩分である（主筋のまわりがアルカリ性であるにもかかわらず，主筋が腐食していた）が，そのコンクリート中の塩分は非常に多く，しかも，異常に高い値が数多く検出されている。[2)〜9)]

鉄筋腐食が多い原因としては，海砂の使用，四周皆海の島国環境，台風時の海水飛沫のふりかかり，構造物の海岸近くへの集中，高温多湿の亜熱帯・海洋性気候，コンクリートの低品質，施工の不備（豆板やかぶり不足）等があげられる。一方，塩害対策は長い間放置されてきたが，最近になって，ようやく，海砂の水洗，川砂・砕砂と海砂との混合，防錆剤の使用等が一部に行われるようになってきた。筆者は水セメント比，かぶり厚，防錆剤等の防錆効果について，数年間研究を行い，一定の成果を収めた。[10), 11)] それによると，これらの防錆因子はコンクリート中の塩分が多い時は，多小の効果はあるものの，腐食の発生を抑止したり，その拡大・進行を阻止したりすることには，あまり役立たないことが判明した。現実に存在する沖縄県下のRC構造物の含塩量は，それらの防錆因子が役立たなくなる程高いことが多いと言えよう。例をあげれば，海岸から100m程及び数Km離れた所に位置する2つの団地の建売り住宅群が建築後一年目頃から，スラブの鉄筋に沿う亀裂が数多く発生しはじめた。海中橋の列柱式橋脚に3年目で主筋に沿う鉛直ひびわれが生じはじめ，10年目の現在，ひびわれの数の著しい増加とその長大・拡幅化が生じ，遠方からもよく判る程になっている。いずれも0.5％をこえる塩分量がコンクリート中から検出された。沖縄県内のRC構造物の高塩分量の原因としては，次の事項をあげることができる。1）海砂の使用，2）海砂中の塩分の不等分布（陸揚げ堆積中における脱塩と集中化によるもの，同じ一山の堆積中で多い所は少い所の10倍以上にも達す

る），3）ブリージングによる上部への集中，4）乾燥・蒸発による水分移動に伴う表面部への塩分集中，5）大気中からの滲入（特に台風時），6）波・しぶきの直接のふりかかり等である。

これらのコンクリート中に高塩分状態をもたらす諸因子の相互関係やその定量的把握は防錆対策上非常に大切なことであり，さらに，水セメント比（W/Cとかく）やかぶり厚，表面塗覆等の塩分滲入阻止効果等もはっきりさせたいと言うのが，本研究の目的である。さらに，実在構造物のコアーボーリング試料について，塩分量を測定し，水平・鉛直両方向の塩分量分布を求めることが筆者をはじめ2，3の研究者によって行われているが，[9),12)~14)] これらの結果によると，その分布状態にはFig. 1に示してあるような3つのパターンがあるようである。a，bパターンは沖縄

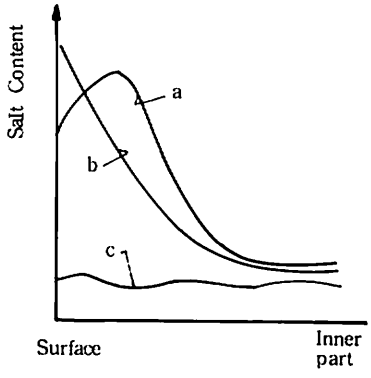


Fig. 1　Typical pattern of Salt Content Distribution in concrete

県内で普通にみられるものであり，端部に塩分が集中しているのが特徴である。Cパターンは元々塩分量が非常に少い場合や，コンクリートの品質が粗悪なときに波・しぶきがふりかかった場合等にみられるようである。海岸に面する橋梁の水平方向の分布にはaパターンが多いとの内報があったが，このパターンについては岸谷教授のいち早い指摘があった。[13)] 筆者の調査や本実験の結果では殆どがbパターンである。これら諸パターンの原因，つまり，端部またはその近傍での塩分集中の理由や，その集中塩分が内部の方へ何故移動していかないのか（50年近くも経過してもaパターンを示し，表面から7，8cmまでしか塩分量が高くない），その理由，また，それらに対する上記諸因の影響，特に外部からコンクリート中への塩分滲入と蒸発・乾燥による塩分の表面部への移動との相互関係，どちらの寄与が塩分端部集中現象に対し大きいか，等について，因果関係や定量的関係も究明したいと考え，本実験を開始した。

2. 使用材料，実験計画・方法

使用したセメントは市販の普通ポルトランドセメントで，比重は3.16，平均圧縮強度は381kg／cm²であった。骨材の品質はTable－1おたび－2に示してある。砂は台湾産川砂で大理石の砕砂が少量含まれている。沖縄本島の一部で多用されているものである。粗骨材は本部半島産の良質な石灰岩砕石である。一部の供試体には，練りまぜ時に粗製塩（組成はTable－3）を

Table－1　Properties of Fine Aggregate

Name of Sand (Origin)	Specific Weight	Absorption (%)	Unit Weight (kg／m³)	Fine Modulus	Sieve Analysis Cumulative passing Rate (%) Opening of Sieve (mm)					
					5	2.5	1.2	0.6	0.3	0.15
Karenko River Sand	2.66	1.08	1,860	2.86	100	92	74	53	31	14

Table－2　Properties of Coarse Aggregate

Name of Coarse Aggregate	Specific Weight	Absorption (%)	Unit Weight (kg／m³)	Abrasion Weight Loss (%)	Maximum size (mm)	Percentage of Solid (%)	Fine modulus
Motobu Crushed Stone	2.71	0.48	1600	24.2	20	57.9	6.59

Table－3　Ingredient of Unrefined Salt

Name of Ion	Cl^-	Na^+	Mg^{++}	K^+	SO_4^{--}	CO_3^{--}
Content (%)	60.3	39.5	0.02	0.02	0.10	0.05

Table－4　Specified Mixed Proportion

Name of Mix	Slump (cm)	Air Content (%)	W/C (%)	Sand Ratio (%)	Unit Content (kg)			
					Water	Cement	Sand	Coarse Aggregate
S－1～S－6	10±1	1±0.25	70	44.6	196	280	837	1057
S－7～S－12	10±1	1±0.25	60	43.4	196	327	797	1057
S－13～S－18	10±1	1±0.25	50	41.7	196	392	742	1057
S－18～S－24	10±1	1±0.25	40	38.9	196	490	660	1057

Table－5　Properties of Concrete used

Name of Specimens	W/C (%)	Norminal salt content (%)	Slump (cm)	Rate of Bleeding (%)	Period of Bleeding (min)	Room Temp. (℃)	Room Humidity (%)	Temp. of Concrete (℃)	28 days Concrete Strength (kg/cm²)	Unit Weight (kg/m³)
S－1	70	0.0	11.50	6.43	210	29.2	68	29.5	261	2370
S－2	70	0.013	11.75	6.93	180	29.0	68	29.8	235	
S－3	70	0.033	12.25	7.14	180	30.0	68		230	
S－4	70	0.067	12.25	4.31	120	30.0		29.0	225	
S－5	70	0.150	10.50	5.03	120	－			225	
S－6	70	0.300	12.50	4.69	120	28.0		29.0	216	
S－7	60	0.0	10.25	4.74	150	30.0	83	30.0	276	2377
S－8	60	0.013	11.25	3.70	150	30.0	67	29.5	305	
S－9	60	0.033	10.00	3.27	150	30.0	67	31.0	302	
S－10	60	0.067	9.50	3.05	150	30.0	67	30.0	303	
S－11	60	0.150	9.50	3.50	150	30.2		30.0	286	
S－12	60	0.300	10.0	3.46	150	30.2		30.0	287	
S－13	50	0.0	8.75	2.78	150	30.2	83		357	2387
S－14	50	0.013	10.25	3.51	180	30.0	83	30.2	352	
S－15	50	0.033	9.25	2.53	150	31.0	68		369	
S－16	50	0.067	9.50	2.71	150	31.0	68		349	
S－17	50	0.150	9.50	2.15	150	31.0	68		332	
S－18	50	0.300	10.50	2.25	150	31.0	68		349	
S－19	40	0.0	4.75	1.05	150	30.7	75	32.0	451	2403
S－20	40	0.013	4.00	0.84	120	30.2	75	32.0	476	
S－21	40	0.033	6.25	1.28	150	28.0	75	31.0	466	
S－22	40	0.067	5.25	0.67	120	30.0	72	31.5	467	
S－23	40	0.150	3.50	0.67	120	30.0	72	30.5	453	
S－24	40	0.300	4.75	0.70	120	30.5	72	31.0	436	

加えて，コンクリート中に塩分を多く含有させた。混和剤は一切使用していない。配合はACI配合表にもとづいて行った（Table －4参照）。練りまぜは容量100ℓの強制練りミキサーで約3分間行った。コンクリートのブリージング率はW／Cに応じて6％から1％までの間変化した（Table－5参照）。供試体は12（高さ）×20（幅）×30（長さ）cmの直方体で，木製形枠にコンクリートを注入し入念にしめかためた。供試体は製作後約1ケ月間室内に放置した後，上面を除きすべての表面にアクリルゴム系の塗覆材料を約2mm厚にぬり，塩分の出入を極力防止することにした。製作後，平均約1.5ケ月で，各暴露条件のもとに供試体を設置した。

実験の因子は4で，水セメント比4水準（40，50，60，70％），コンクリート中の塩分量6水準（名目零，0.013，0.033，0.067，0.150，0.300％，いずれも配合時のコンクリート重量に対して），環境（設置場所）5水準（海岸，海岸より100 m，海岸より500 m，海岸より2kmの屋外，同左の室内），上面被覆条件3水準（被覆なし，醋酸ビニール系の水性ペイント，アクリル系の防水ペイント）である。ただし，本実験は統計学で言う実験計画法による実験でない。設置場所の状況について，もう少し説明する。海岸とあるのは，海岸汀線に接する約2～2.5 m高の岩礁上に供試体を置いたもので，普段は潮の干満に際し，浸漬されることはない。強風時には波・しぶきを直接かぶる。海岸より100 mとあるのは，汀線より約100 m程離れた小高い岡の中腹に位置し，前面に障碍物はなく，海風の直撃をうける。海岸より500 mとは，海岸から約500 mぐらい離れた村落の住宅（平屋）屋上で，海は見えない。海岸より2kmとは，琉球大学工学部土木工学科の実験室と屋外暴露試験ヤードである。台風時以外は全く海水の影響をうけないものと思われる。以上Photo. 1及び2，3を参照されたい。

供試体は時に応じて端部より順次切断して，塩分を測定していったが，残部の切断面は上述のアクリルゴム系の塗料を他の表面と同じ程度に厚くぬり，元の設置場所に戻しておいた。切断の方法はまず最外縁約1cmを切りすて，次いで2cm厚さを切り取り，試料とした。各試料はFig. 2のように供試体横断面の中央部分を細分し，細分試料の塩分を測定し，鉛直方向の塩分分布をしらべた。各細分試料は粗粉砕して粗骨材を

Photo. 1　Setting Point A（at Coast）

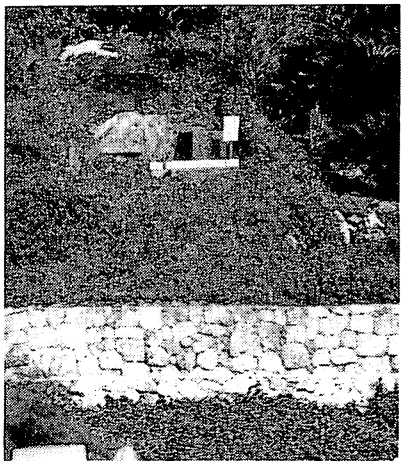


Photo. 2　Setting Point B（100 m from Coast）

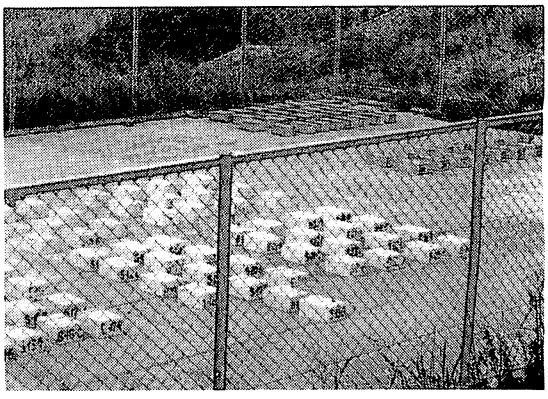
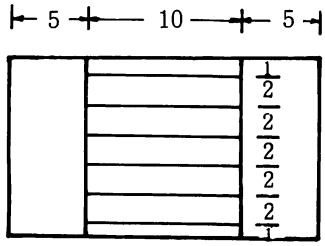


Photo. 3　Setting Point D（2km away from Coast）



Unit　(cm)

Fig. 2 Cutting Pattern of Sample (Cross Section)

とり除さ，モルタル部分を微粉砕し，熱乾燥後，約4gを秤りとり，一定量の蒸溜水を加え，加熱沸騰（約15分間）させた。自然冷却後，液にとけこんだCl^-をイオンメーターを使って測定し，NaCl換算した値を元のモルタル重量に対する百分率で表わし，コンクリート中の塩分を示した。

3. 結果と考察

本実験は一応5年間継続する予定であり，1980年8月に供試体製作を開始した。今回は1年目までの結果であり，塩分量測定は暴露直前，半年目，1年目に行った。

環境の影響

海岸に設置した供試体は外部からの塩分滲透が著しい。1ケ年の暴露で，コンクリート中の塩分量は，W／Cや表面塗覆条件によって多小変化するが，コンクリート中のモルタル部分の重量比で0.40～0.80％に達している（Fig. 3および4参照）。この設置場所は台風時には直接波をかぶる状況下におかれるとは言え，5cmの深さまで塩分量の増加がみられる。波・しぶきを時折りあびるような環境下では，海砂の塩分規制値をはるかに上回る塩分量が，短期間でコンクリート中に表面（亀裂でない）から入りこみ，集積してしまう。沖縄県下の海岸に接した橋梁のコンクリートから検出された莫大な量の塩分量（平均1.03％）[1]に呼応している。海岸から100m地点に設置した供試体の一部（W／C＝70％，表面塗覆なし）にも，塩分量の増加がみられる。内部の約6倍に達する塩分が外縁部（この場合上面近く）に集積し，その影響は深さ3cmにまで及んでいる（Fig. 5および6）。その他の

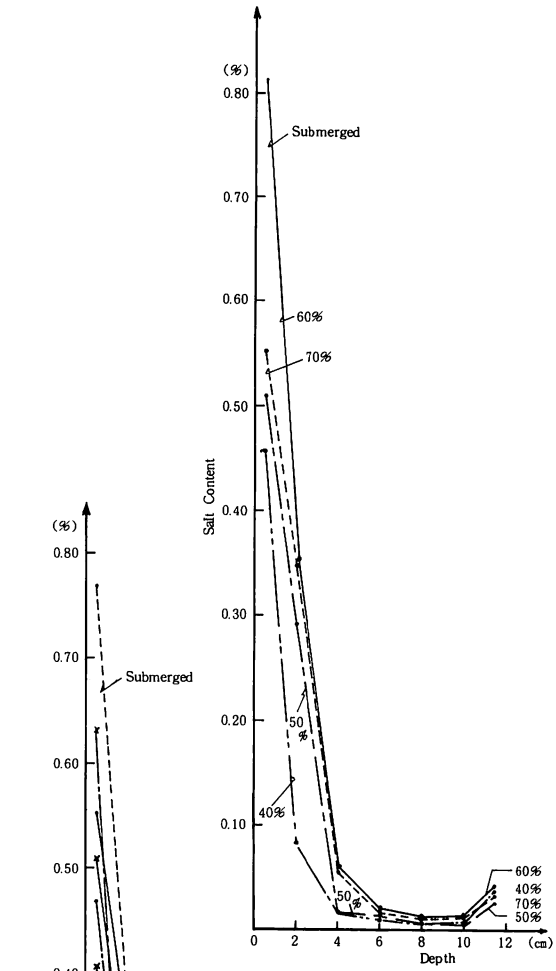


Fig. 3 Influence of W/C on Salt Intrusion at Coast (One year)

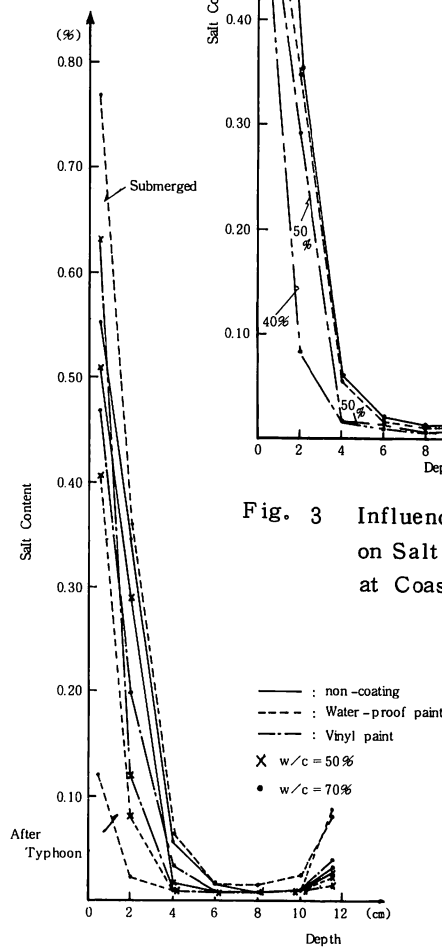


Fig. 4 Influence of Coating on Salt Intrusion at Coast (One year)

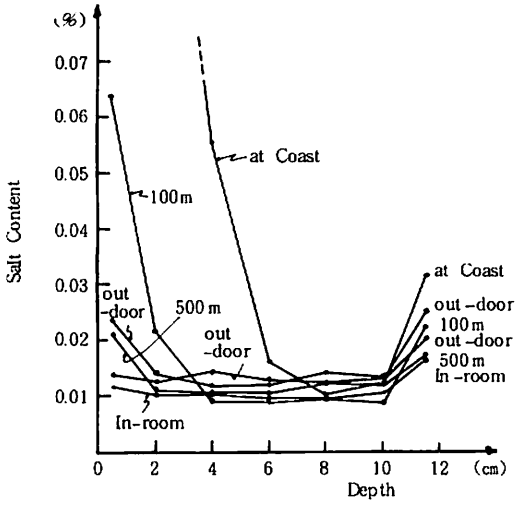


Fig. 5　Influence of Environment on Salt Content (W/C=70%)

地点では外部からの塩分滲透があったか否か、1年現在ではっきりしない。有意な結果はえられておらず，海岸近くの構造物と遠く離れた構造物とでは防錆対策を別にしなければならないことを示している。

W/C の影響

海岸に設置された供試体にだけ，はっきりした影響がみとめられる。Fig. 3 から明らかなように，W/C が小さい程滲入塩分量は少くなっている。W/C =60%の供試体は設置後約2ケ月間の間に来襲した複数の台風によって流出し，約3ケ月間水没していたため，その影響をうけ，塩分量は多くなっている。W/Cは滲入塩分量だけでなく滲入深さにも影響を及ぼしている。W/C =40%と50%の供試体では深さ4cm（表面からの深さ3～5cmの位置のコンクリートを，その中間の値をとって4cmと表記している）では殆ど塩分の増加はみられないのに，W/C =60%と70%の供試体では僅かではあるが，6cmの深さまで塩分の増加がみとめられる。また，40%の供試体は深さ2cmの所でも，W/C =50%の場合の $\frac{1}{3}$ 程度しかの塩分量しか滲入していない。W/Cが小さい程外部からの塩分滲入に対し，有利に作用することは明らかになったが，滲入塩分量自体は莫大な量であり，海岸附近ではコンクリートのW/Cを小さくすること以外の防錆措置（防塩措置）を講ずることが必要である。W/Cの影響は海岸から100 mの供試体にも僅かながらみとめられる（Fig. 6）。その他の地点では有意な結果が得られていない。

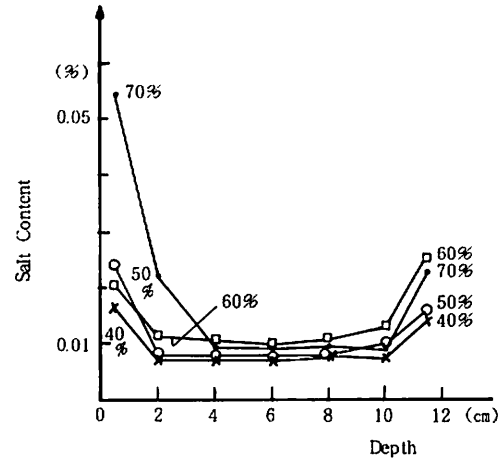


Fig. 6　Influence of W/C on Salt Intrusion (One year, 100 m from Coast)

表面コーテイングの影響

表面コーテイングの種類によって，滲入塩分量に差がでてくる現象は，海岸設置供試体において若干みとめられる。また，海岸から100 mの供試体にも僅かながらみとめられる（Fig. 7）。その他の地点では滲入塩分自体が殆どなく，有意な結果はえられていない（例えばFig. 8）。海岸設置供試体の場合，Fig. 4からわかるように，滲入塩分量がいずれの場合も莫大な量に達しており，いずれのコーテイングも無塗装の場合と大差がなく，塩分滲入抑止に関しては無効と考えた方がよろしい。両暴露条件の場合も，防水ペイント→水性ペイント→無塗装の順に滲入塩分量は増大し

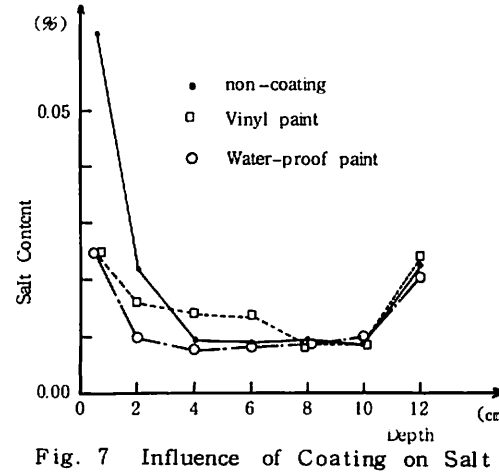


Fig. 7　Influence of Coating on Salt Intrusion (100 m from Coast, W/C = 70 %, One year)

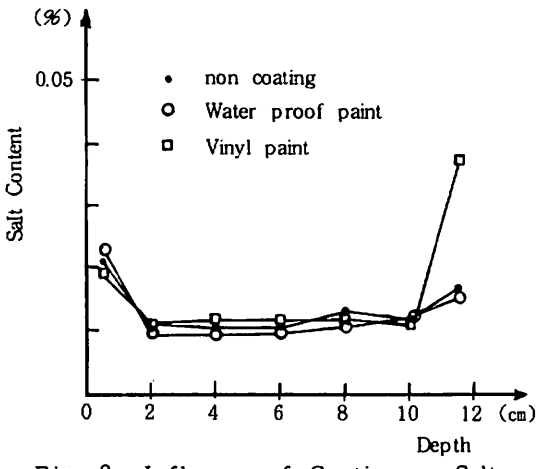


Fig. 8　Influence of Coating on Salt Intrusion （500 m from Coast, One year, W/C＝70％）

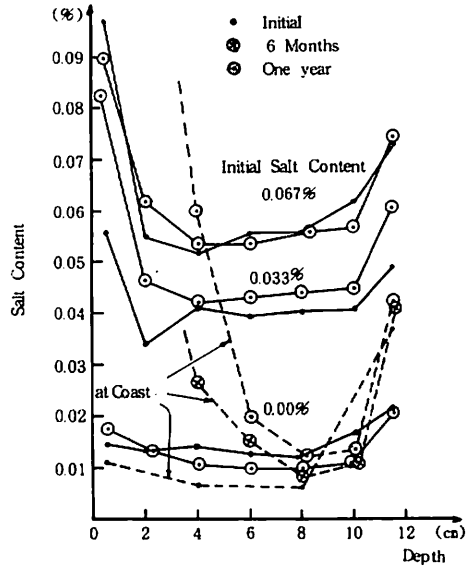


Fig. 9 Initial and One year Salt Distribution

ている。上表面以外の表面にぬったアクリルゴム糸の塗覆の塩分滲入阻止効果は十分あるようで，Fig. 4，9，11いずれの場合にも下面近くでの塩分増加がみとめられない（上述の Figs. において下面において塩分量が多いのは供試体製作時からのもので，いずれの供試体にもみられる現象で，edge 効果と呼んでいる。蒸発による水分移動の結果生じたものである）。台風で流出し，長期間水没していた供試体についても材令の経過とともに塩分量の増加が下面にみられていない。波・しぶきが時折りふりかかるような環境ではコンクリート中に塩分を滲入・堆積させないためには，普通のペンキ塗り程度ではだめで，かなり厚塗りにする必要があるのではないか。

材令の影響

材令のコンクリート中の塩分量分布に及ぼす影響は2つの側面がある。その1つは蒸発・乾燥による水分の表面部への移動に伴う塩分の表面部への移行・集中である。この現象は程度の差はあっても，いずれの供試体にもみられる共通した現象である。この現象は当然のことながら，蒸発・乾燥の烈しい初期の間，つまり，供試体制作後のごく短期間に大部分が起ってしまうようである。例えば Fig. 9の実線で示したように室内供試体で設置時と1年後とで端部（この場合下面）での塩分量に有意な差がごく一部をのぞいてみとめられなかった。

もう一つの側面は材令の経過にともなう外部からの塩分の滲入の現象である。この現象は海岸設置供試体と，海岸から 100 m地点に設置した供試体の一部とにみられた。その他の地点に設置した供試体については有意な結果は得られなかった。これは外部から入りこむ塩分が，これらの地点では1ケ年では非常に少なかったことと，水平方向塩分量分布における上述の端部での塩分集中現象のためであろう。海岸設置供試体では材令の経過にともなう塩分量の増加は著しい（Fig. 9）。先述のように，莫大な量の塩分が表面から滲入し，内部に蓄積されており，1ケ年で最大0.8 %（コンクリート中のモルタル部分での重量比）に達している。さらに，ねりまぜにコンクリート中に含まれていた塩分量の相違は，海岸設置供試体では，一年目ではや消滅してしまっている（Fig. 10参照）。またFig. 4の台風後と言う記述は，台風で流出した供試体がしばらくの間発見できなかったので，新しく設置（6ケ月おくれ）したものであるが，同一種類供試体である一部水没と記してある供試体の塩分量と比較してみて，材令の塩分滲入量に対する影響を知ることができる。また両者の比較から，材令と言う言葉の中に台風を含むか否かによって，その影響に大差がでてくることが判るはずである。材令の経過に伴う塩分量増加は海岸から 100 m地点設置供試体の一部にもはっきりしている。Fig. 11はW／C＝70%，無塗装の供試体である。設置当初の塩分値が高いのは上述のedge 効果のため

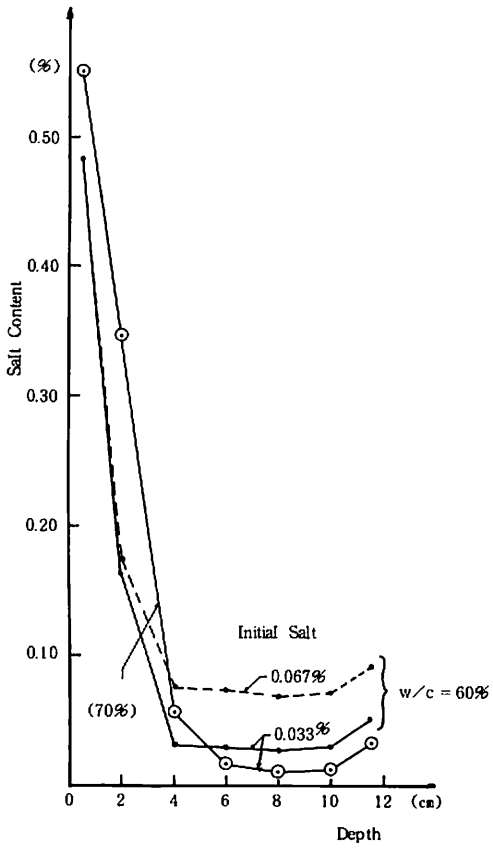


Fig. 10 Influence of Initial Salt Content (One year, at Coast)

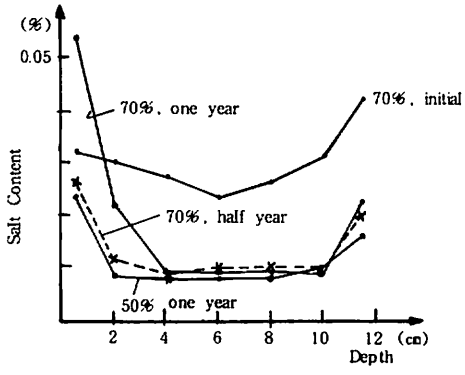


Fig. 11 Transition with Time in Salt Content at 100 m from Coast

と思われる。

材令の効果でもう一つ述べておきたいことは，塩分分布の平滑化と言うことである。コンクリート中の塩分分布は初期の間は凹凸が多く，不規則な分布形をしていることが多いが，材令の経過とともに，比較的にスムーズな凹凸の少ない分布に移行する傾向がみられる。Fig. 9はその一例である。

初期の塩分量分布

上述のようにコンクリート中の塩分量分布は不規則なものが多いが，それでも，はっきりと端部（表面に近い所）集中型を示している。この端部集中型分布は材令を経てもそのまま維持されており，材令の経過と共にこれが一層顕著になるか，めだたなくなるかについては一年経過時点でははっきりしない。勿論，外部から塩分滲入量の多い海岸設置供試体では端部集中が顕著になる。初期の端部集中の原因はブリージングや初期水分蒸発に伴う水分表面移動の結果であり，この現象は今迄示してきた塩分量分布のすべての図にはっきりとでている。それらの図はすべて鉛直方向の分布についてであるが，一部の供試体については水平方向（幅員方向と長さ方向）の分布も測定したので，その結果をFig. 12および13に示す。この端部（表面部）への塩分集中を上述のようにedge 効果と名付けているが，この edge 効果は上，下，側面のすべての表面近くに現われている。今回の実験では，供試体は製作

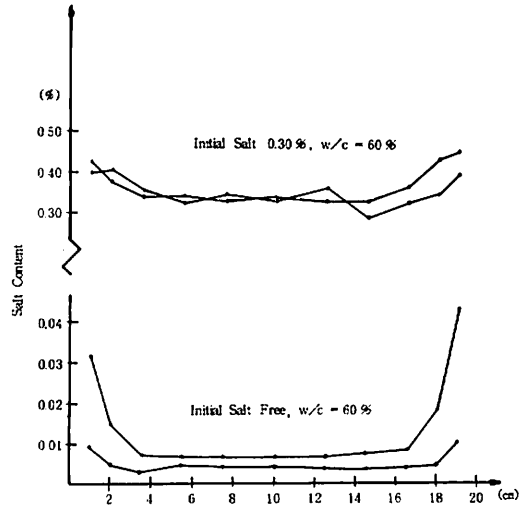


Fig. 12 Salt Content Distribution in Lateral Direction (1.5 year, from Coast)

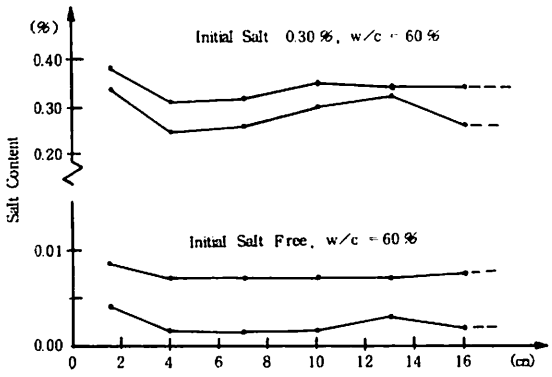


Fig. 13 Salt Content Distribution in Longitudinal Direction (1.5 year, at 2 km from Coast)

時において，コンクリートを山盛りし，後に削りとって整形した，つまり，キャッピングをしたので，上表面近くの塩分集中部分は削りとられた結果となっている。そのため，今回の実験では，上面よりも下面近くにおいて，塩分集中の程度が強く現われているものが多かった。今回の実験では edge 効果による表面近くの塩分量は内部に対し，大部分は 1.5 ～ 4 倍程度であった。キャッピングの影響で，上面近くの塩分集中部が削りとられているので，実際の構造物での edge効果による塩分集中の程度は上記の値をもつと上回るものと思われる。また，この塩分集中の倍率は最初にコンクリート中に含まれる塩分が多くなると減少する（Fig. 9 参照）。

4. 結　語

四面海にかこまれている沖縄県では，海岸地域は勿論のこと，海岸からかなり離れた地点の構造物でも，建造後長年の間にかなりの塩分が表面から滲入・堆積するのではないかと考えている人が多い。これは屋外に設置された鉄類の腐食状況からの類推である。例えば，型枠中に組立てた鉄筋がコンクリート打ち込み前に台風に出会った時の赤錆状況とか，建設後１年の琉大工学部ビルの屋外ステンレス類の斑点状の赤錆発生状況等から，大気中にかなりの塩分が存在するものと考えるのが妥当である。しかし，鉄筋コンクリート構造物に対し，これら大気中からの塩分が鉄筋の腐食に対し，影響を及ぼすか否か意見のわかれるところであった。また，千葉工大の大島教授等は，人工的な乾燥・蒸発による塩分の表面集中を定量的に測定され，海砂の許容塩分量の定め方について，注意を換起されていた。[15] いずれにしても，コンクリート中の塩分は端部（表面部）に集中する傾向が存在するわけであり，序言で述べたように，沖縄県下の実在構造物でたしかめられている。[9), 14)] 本研究は，これらの相互関係を実験的にたしかめてみようとしたわけであるが，その点について言うと必ずしもうまくいったと言えない。初期蒸発による水平方向の塩分端部集中を予想しえなかったからである。しかしながら，その水平方向の塩分の端部集中は２～４cm程度であることがたしかめられたことは一つの収穫であった。すでに，その方向では端部集中部分を切りすててあるので，今後の塩分測定では，その影響の入らないデーターが得られる筈である。また，新しい供試体を本年度で作り，それらの影響を排除できるようした実験を開始する予定である。また，逆に，初期蒸発やブリージングの塩分集中に対する影響を測定することを目的にする実験も行う予定である。また，大島教授の方法とは別のやり方で，水分蒸発・移動による塩分の移動を測定する促進試験も実施し，暴露試験の結果と対比する予定でもある。

本実験は長年月を要する実験の一年目までの結果であり，中間報告であるので，結論とするわけにはいかないが，次のことは言える。波・しぶきを時折りかぶるような海岸環境の下では，ＲＣ構造物には，短期間で，表面から塩分が滲入・堆積し，Ｗ／Ｃを小さくすることやかぶり厚の僅かな増加（本実験では１年ですでに6cmまででは不十分）では、外部からの塩分の滲入を防ぐことができない。別の防錆対策（かぶり厚をもっとふやすとか，亜鉛・樹脂メッキ鉄筋の使用，コンクリー表面の被覆等）が必要である。

謝　辞

供試体の設置および管理に当っては，沖縄総合事務局海洋博記念公園事務所工事課長（現副所長）の小松清氏に特に御便宜を計って頂いております。特記して，感謝の意を表します。また，本学卒業生で，同上所勤務（産業開発ＫＫ）の大城豊君にも御世話になりました。感謝致します。

参考文献

1）具志幸昌：「沖縄県における鉄筋コンクリート構造物の耐久性」，セメント・コンクリート，No. 363，pp. 5～12，1977年5月

2）岸谷孝一：「那覇市における小・中校校舎の被害状況」，コンクリートジャーナル，Vol，12，No. 10，pp. 66～71，1974年10月

3）小林清周：「沖縄のＲＣ造の腐食について」，鉛と亜鉛，第72号，pp. 1～7，1976年7月

4）具志幸昌：「沖縄の鉄筋コンクリート構造物の耐久性，その1」，琉球大学理工学部紀要工学篇第7号，pp. 19～61，1974年3月，「同上，その2」，同上第8号，pp. 65～93，1975年3月

5）具志幸昌：「沖縄地区における被害状況」，コンクリートジャーナル，Vol. 12，No10，pp. 61～65，1974年10月

6）具志・和仁屋・伊良波：「沖縄における鉄筋コンクリート造校舎の耐久性調査　その1　宮古島，日本建築学会学術講演梗概集（東海），pp. 153～154，昭和51年10月，「同上　その2　沖縄本島北部3村」，日本建築学会九州支部研究報告第23号，pp. 69～72，1977年2月

7）具志・和仁屋・伊良波：「宮古島の鉄筋コンクリート造校舎の耐久性調査」，琉球大学理工学部紀要工学篇第12号，pp. 5～53，1976年9月

8）具志・和仁屋・伊良波：「那覇市内中学校の鉄筋コンクリート造校舎の耐久性調査」，「沖縄本島北部3村の鉄筋コンクリート造校舎の耐久性」，「石垣島の鉄筋コンクリート造校舎の耐久性」，琉球大学理工学部紀要工学篇第13号，pp. 25～201，1977年3月

9）具志・和仁屋・伊良波：「沖縄の鉄筋コンクリート構造物の耐久性～現況調査と考察，その5，若狭市営住宅～」，琉球大学理工学部紀要工学篇第14号，pp. 55～97，1977年9月

10）具志・和仁屋・伊良波：「コンクリート中の鉄筋の発錆実験　その3」，琉球大学理工学部紀要工学篇第17号，pp. 23～47，1979年3月，「同上，その4」，「同上，その5」，同上第18号，pp. 37～59，1979年11月，「同上，その6」，「同上，その7」，同上第19号，pp. 13～46，1980年3月

11）具志・和仁屋・伊良波：「コンクリート中の鉄筋の発錆実験（その1）」日本建築学会中国・九州支部研究報告第4号，pp. 17～20，1978年2月，「同上，（その2）」，土木学会33回年次講演概要集，pp. 313～314，1978年9月，「同上，（その3）」「同上，（その4）」，昭和53年度土木学会西部支部講演集，pp. 311～314，1979年2月，「同上，（その5）」土木学会34回年次講演概要集第5部，pp. 29～30，1979年10月，「同上，（その6）」，昭和54年度土木学会西部支部講演集，pp. 291～292，1980年2月

12）具志・和仁屋・伊良波：「沖縄の鉄筋コンクリート構造物の耐久性，その4」，琉球大学理工学部紀要工学篇第14号，pp. 31～53，1977年9月

13）岸谷・樫野：「海砂を用いたコンクリート中の塩分の移動」，第2回コンクリート工学年次講演会講演論文集，pp. 1～4，1980年

14）大舛，他3名：「沖縄県の老朽橋の耐力と含塩量について」，昭和56年度土木学会西部支部講演集，pp. 271～272，1982年2月

15）大島・池永：「鉄筋コンクリートにおける海砂利用に関する研究」，鉄筋コンクリートにおける塩化物の影響に関するシンポジム発表報文集，pp. 1～4，1975年3月