

V-144 海砂使用コンクリートの凍結融解抵抗性に関する一実験

福岡大学 正員 大和竹史
江本幸雄
添田政司

1. まえがき

現在、土木学会では海砂に含まれる塩化物の許容限度としてコンクリート標準示方書で0.1%、プレストレストコンクリート標準示方書で0.03%（主要プレテンション部材）および0.1%（その他のプレテンション部材とポストテンション部材）を与えている。一方、建築学会においても規定値を設けているが、これらの値については不明確な点も多く今なおその適否が論じられており、このため多くの研究が行なわれている。特に各方面で実施されている戸外暴露試験は貴重なデータを提供するものと考えられる。渡辺明教授を研究代表者とする「RCおよびPC構造物における海砂使用上の問題点解明に関する総合研究（昭和53～55年、科研費総合研究A）」に筆者らも参加し実際の構造物に近い条件のもとで考えられる要因を考慮した実験を実施し、主に塩分含有量と鉄筋の発錆との関連性について検討してきたが、寒冷地では凍結融解抵抗性を検討しておく必要がある。

本報告は塩分量がNaCl換算で海砂の絶乾重量に対し0～0.5%のコンクリートについて凍結融解抵抗性を比較検討したものである。

2. 実験概要

使用材料は普通ポルトランドセメント（比重3.16）、海砂（比重2.59）、角閃岩碎石（最大寸法20mm、比重2.76）および減水剤（ポジリスNo.5L）である。配合設計通りに海砂の塩分量を変化させるのは困難であるので1年以上戸外に貯蔵した海砂（塩分量0.005%未満）を用いて所要の塩分量に相当する分だけの海水を単位水量の一部と置き換えて使用した。コンクリートの種類は土木用（D）および建築用（K）の2種類とし、海砂の塩分量を0、0.1、0.3、0.5%の4通りに調整した。コンクリートの示方配合とまだ固まらないコンクリートの測定値を表-1に示す。

凍結融解試験用供試体は角柱（断面75×100mm、長400mm）である。コンクリート打設前に測点を打込んだ真ちゅう棒（φ6mm、長さ100mm）を型枠内に設置しておき、試験中の供試体の長さ変化を測定できるようにした。材令28日まで20℃の水中で養生した後、角柱供試体の凍結融解試験を開始した。凍結融解試験はASTM C666-75に準じて行なったが実際には1サイクルは3時間、供試体中心の凍結最低温度は-14.5℃、融解最高温度は+3.5℃となった。測定項目は供試体の重量、たわみ振動による一次共振振動数及び長さ変化である。長さ変化はコンタクトゲージで測定した。長さ変化測定時の供試体の温度は毎回5℃に保ってばらつきを小さくした。

硬化コンクリート中の空気分分布はASTM C457-71「硬化コンクリート中の空気量及び空気分分布に関するパラメータの顕微鏡による決定法」に準じたリニヤトラバース法にて測定した。

表-1 コンクリートの示方配合および諸性状

コンクリートの種類 名称	水セメント比 塩分 (%)	細骨材率 (%)	目標 スラング (cm)	単 位 量 (kg/m³)						スラング (cm)	空気量 (%)	コンクリートの温度 (℃)	材令7日 圧縮強度 (kg/cm²)	材令28日 圧縮強度 (kg/cm²)	弾性係数 (×10⁴ kg/cm²)
				セメント C	水 W	海水 SW	細骨材 S	粗骨材 G	混和剤 No.5 L						
土木用 (D)	0	55.6	10±1	313	174	0	801	1114	0.783	5.5	4.1	10.7	286	361	2.49
	0.1	55.6		313	148	27	801	1114	0.783	10.5	4.7	10.6	226	306	2.59
	0.3	55.6		313	96	80	801	1114	0.783	6.5	5.5	10.3	264	326	2.86
	0.5	45.0		313	44	134	801	1114	0.783	7.0	4.2	10.3	246	318	2.63
建築用 (K)	0	61.0	19±1	328	200	0	812	982	0.819	20.0	3.9	11.0	113	302	2.46
	0.1	61.0		328	174	27	812	982	0.819	15.5	1.4	11.0	135	223	1.98
	0.3	55.6		328	121	81	812	982	0.819	19.5	2.2	11.4	166	264	2.53
	0.5	48.5		328	67	135	812	982	0.819	18.0	2.3	11.4	178	235	2.53

3. 実験結果及び考察

凍結融解試験結果を図-1に、硬化コンクリートの空気泡分布の測定結果及び耐久性指数を表-2に示す。土木用(D)及び建築用コンクリート(K)はいずれも海砂の塩分量と鉄筋の発錆量との関連性を把握するために実施している実験で打設したコンクリートと同配合になるように計画したが、K-0.1~K-0.5は空気量が不足し耐久性不良となった。したがってK-0~K-0.5の試験結果より塩分量と凍結融解抵抗性の関連性を検討することは出来ない。一方、土木用コンクリートD-0~D-0.5の空気量はまだ固まらないコンクリートにおいて4.1~5.5%、硬化コンクリートにおいて3.3~4.0%の範囲であるので塩分量と凍結融解抵抗性との関連性を論じることが可能である。

塩分量0のD-0における耐久性指数(D.F)が73%であるのに対しD-0.1、D-0.3、D-0.5のD.Fはそれぞれ50、25、15%と低下している。塩分量が増加するに伴い凍結融解抵抗性が減少する原因として以下のことが考えられる。

キャピラリー間隙中の水が塩化物を含むと間隙水の

表-2 空気泡分布測定結果

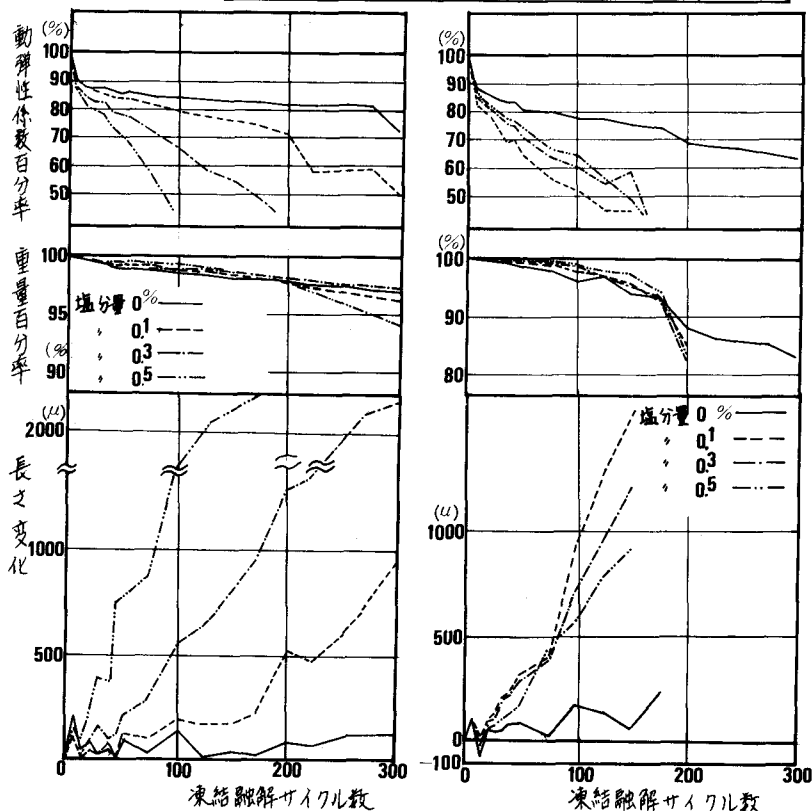
コンクリートの種類 名称	塩分量 (%)	空気量 (%)		気泡分布		耐久性指数 D.F (%)
		実測のコンクリート	硬化コンクリート	比表面積 α (cm^2/cm^3)	間隔係数 L (μ)	
土木用 (D)	0	4.1	4.0	116	460	73
	0.1	4.7	3.5	155	370	50
	0.3	5.5	3.4	155	360	25
	0.5	4.2	3.3	122	478	15
建築用 (K)	0	3.9	2.2	213	348	64
	0.1	1.4	1.3	231	404	16
	0.3	2.2	2.4	215	329	27
	0.5	2.3	2.8	222	298	23

考えられる。

土木学会コンクリート標準示方書における塩化物の許容限度は0.1%であるが、この許容限度であっても凍結融解抵抗性は不良となった。今回実験したコンクリートD-0.1の空気量は40%であるが、硬化コンクリート中の気泡間隔係数 L は370 μ と大きい。塩分を含む場合には特にAE剤を併用して L を小さくして静水圧及び浸透圧の緩和を図れば、海砂使用コンクリートの凍結融解抵抗性を向上させ、ひいては海砂使用鉄筋コンクリート部材の耐久性を確保できるものと考えられる。

参考文献

1. WILLIAM A. CORDON, "Freezing and Thawing of Concrete-Mechanisms and Control", ACI
2. V. S. RAMACHANDRAN, "CALCIUM CHLORIDE IN CONCRETE", APPLIED SCIENCE,



土木用コンクリート

建築用コンクリート

図-1 凍結融解試験結果