

コンクリート劣化の原因について

京 都 大 学 正 藤 井 学 正 宮 川 豊 章
大 阪 セ メ ン ト 正 小 林 茂 広
J R 西 日 本 正 松 岡 義 幸 正 〇 菊 池 保 孝
藤 原 幹 男

1.はじめに

昭和58年頃、一般のコンクリート構造物においていくつかの新しい劣化現象が発見された。これらの現象については、①海砂使用に起因する鉄筋腐食によるもの、②アルカリ骨材反応によるもの等が、その原因と推定された。当社においても多くのコンクリート構造物があり、これらと同種の劣化が見られるかどうかを、特に川砂利等の規制が厳しくなり、ポンプによるコンクリート打設が始まった時期の構造物を対象（昭和40～昭和48年）に調査した結果、アルカリ骨材反応、コンクリート中性化の進行現象が一部に見られ、また塩分量が現行基準に比べると全般的に多く含有していることが明らかになった。これらの変状は、かぶりの薄い部分に集中していたためこのことから当初は施工不良として補修を実施していたが、その後の調査で所定かぶりでも一部変状が発見された。これらの箇所の中性化深さは、一般に使用されている岸谷式で比較すると図-1のとおり、かなりの速さで進行していることが確かめられた。これらの問題は現状では応力上の問題はないものの、今後の進行によっては耐久性に係わる可能性があるため、中性化の発生・進行機構の解明を目的として、室内試験を行った。ここではその中間報告を行う。

2.室内試験設定条件

設定条件は、中性化に係わる諸要因を考慮して水セメント比、塩分量、アルカリ骨材反応の有無等に基づく表-1のケースとした。

3.試験方法

供試体は、アルカリ骨材反応が想定される供試体については、40℃、RH100%でアルカリ骨材反応による膨張率が500μ及び1000μに達するまで養生し、その後中性化促進のため炭酸ガス濃度5%、30℃、RH60～70%で材令8ヶ月、12ヶ月になるまで養生した。なおアルカリ骨材反応が無いものは、材令1週間より中性化促進を行った。骨材は、アルカリ骨材反応性及び非反応性が確認された骨材を用いた。

表-1 コンクリート供試体を用いた中性化促進試験概要一覧表

	W/C	骨材	NaCl (Cl ⁻ として)	NaOH	想定した変状要因			膨張量 (×10 ⁻³)	供試体本数				養生方法
					A	S	R	中性化	5M	12M	膨張	圧縮試験	
配合①	54	非反応性	0	-	×	×	○	○	0	2	2	-	水中1W→中性化層
配合②	54	反応性	1.5	-	○	○	○	○	500	2	2	2	水中1W→40℃100%RH→中性化層
配合③	54	非反応性	1.5	-	×	○	○	○	0	2	2	-	水中1W→中性化層
配合④	54	反応性	3.3	-	○	○	○	○	500	2	2	2	水中1W→40℃100%RH→中性化層
配合⑤	70	非反応性	0	-	×	×	○	○	0	2	2	-	水中1W→中性化層
配合⑥	70	反応性	1.5	-	○	○	○	○	500	2	2	2	水中1W→40℃100%RH→中性化層
配合⑦	70	非反応性	1.5	-	×	○	○	○	0	2	2	-	水中1W→中性化層
配合⑧	70	反応性	3.3	-	○	○	○	○	500	2	2	2	水中1W→40℃100%RH→中性化層
配合⑨	70	反応性	-	NaOHと同等量のNa ⁺	○	×	○	○	500	2	2	2	水中1W→40℃100%RH→中性化層

※膨張率が500μもしくは1000μまで

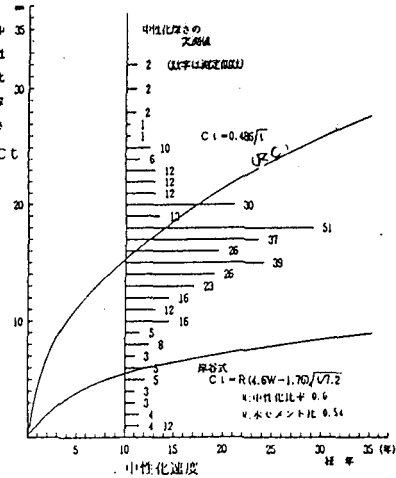


図-1 中性化進行予測状況

Manabu FUJII, Toyoaki MIYAGAWA, Sigehiro KOBAYASHI
Yoshiyuki MATUOKA, Yasutaka KIKUCHI, Mikio FUZIWARA

4. 試験結果

(1) 非反応性骨材を使用した場合

材令6ヶ月で中性化及び鉄筋の発錆状況を見ると図-2のとおりであり、水セメント比の高い配合3、及び塩分を含む配合5の発錆が多くなっている。中性化深さは表-3のとおりである。配合1~4が水セメント比54%、5~9が70%であり、水セメント比の高いほど中性化進行速度が速いものと考えられる。

(2) 反応性骨材を使用した場合

現在膨張率が1000 μ 以上になったものは、水セメント比54%、NaClをCLとして3.3kg/m³混入した供試体で見られるのみであり、継続試験中であるため、明確となっていないが、現時点の膨張量を図-3に示す。

5. まとめ

建設時の設計示方書ではW/C=54%となっているが、実構造物の配合推定結果ではかなり高い水セメント比が得られており、進行の速いことと併せて、一部の構造物については水セメント比が示方書よりも高かったことが考えられる。この他の中性化進行及び鉄筋の発錆とその他の各種要因との関係等については試験の進展を待ってさらに検討を進めていきたいと考えている。

表-3 試験結果(平均値)一覧

(促進材令6ヶ月、膨張量500 μ)

配合No	水セメント比(%)	骨材の種類	NaCl (Cl ⁻ として) (kg/m ³)	NaOH	中性化深さ (コンクリート部) (mm)	鋼の重量減少率 (%)	発錆面積率 (%)
1	54	非反応性	0	-	23	0.07	4
2	54	反応性	1.5	-	18	0.26	16
3	54	非反応性	1.5	-	22	0.19	46
4	54	反応性	3.3	-	16	0.33	19
5	70	非反応性	0	-	44	0.07	44
6	70	反応性	1.5	-	32	0.50	68
7	70	非反応性	1.5	-	-	-	-
8	70	反応性	3.3	-	32	0.94	74
9	70	反応性	-	※	49	0.32	71

※ No.4.8と同じ等量のNa⁺

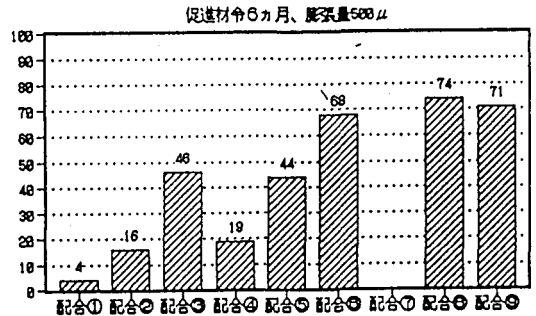
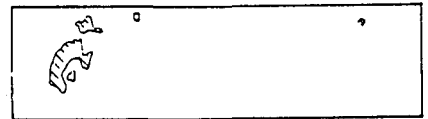


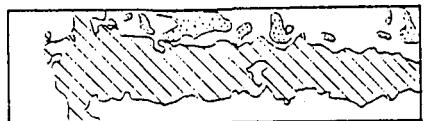
図-2 発錆面積率 (%)

図-2-1



配合1 (54%, 0kg/m³)

図-2-2



配合3 (54%, 1.5kg/m³)

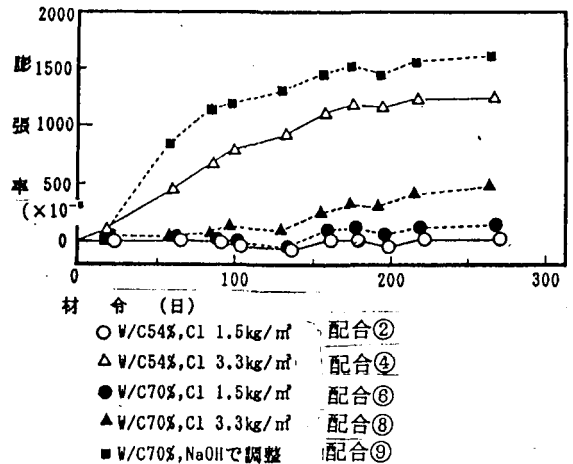


図-3 現在までの膨張量