

土壌中の硫酸塩がコンクリートの劣化に及ぼす影響

宮崎大学工学部 学生員 ○松田 豪紀
 " 田口 司
 " 正 員 中沢 隆雄

1. まえがき

建築後10年余りしか経過していない住宅の基礎コンクリートの一部に発生した劣化、損傷の原因調査をした結果、建物床下の土壌表面に濃縮された硫酸塩であることが明らかになったが¹⁾、本報告は、土壌に含まれる硫酸塩が濃縮されることを実証するために行った実験ならびに高濃度硫酸塩を含む土壌へのコンクリートの暴露実験からえられた結果について述べたものである。

2. 実験概要

硫酸塩が高濃度化する原因としては、硫酸塩を含んだ水の土壌の表面からの蒸発が考えられたため、まず最初に、土壌表面から水分が蒸発することによって硫酸塩が濃縮されることを確かめるために、次の手順で実験を行った。

- (1) 硫酸ナトリウムを用いて、土壌中の硫酸塩濃度を文献2) 規定のEDTA法にて0.1%に調整する。
- (2) この試料土を深さ50cmの容器の上面まで詰め、10日、20日および80日経過した時点で土壌表面および10cm、20cm、30cm、40cmの各深さの土を採取し、EDTA法にて硫酸塩濃度の測定と含水比の測定を行う。

図-1および図-2に各日数における硫酸塩濃度と含水比の深さ方向の分布を示す。これらの結果から、日数の経過に伴って硫酸塩が水分の蒸発とともに土壌表面に濃縮されることが確認された。

次に、硫酸塩がコンクリートの中性化に及ぼす影響を調べるために、次のようにして実験を行った。

- (1) 土壌中の硫酸塩濃度を、硫酸塩含有量試験法(EDTA法)によって、1.0%に調整する。
- (2) この試料土に、コンクリート供試体1組(形状寸法 $\phi 10 \times 10$ cm、 $W/C = 0.4, 0.5, 0.6$ のもの3個を1組とする)を、上記土壌中に浸漬する。その際、コンクリート供試体の浸漬深さは、2.5, 5, 10cmの3種類とする。
- (3) このような試験体を2組ずつ準備し、1組は水分が蒸発可能なように、他の1組は水分が蒸発できないようにする。
- (4) コンクリート供試体を一定期間浸漬した時点で、フェノールフタレイン溶液を噴霧し、コンクリートの中性化を測定する。

表-1に、試料土をいれた容器を密閉し水分が蒸発できないようにした場合と、水分の蒸発が可能とした場合とにおいて、土壌中の硫酸塩の濃縮が生じるかどうか調べ

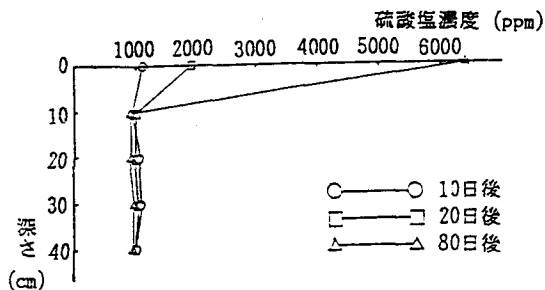


図-1 土壌の深さ方向における硫酸塩濃度の経時変化

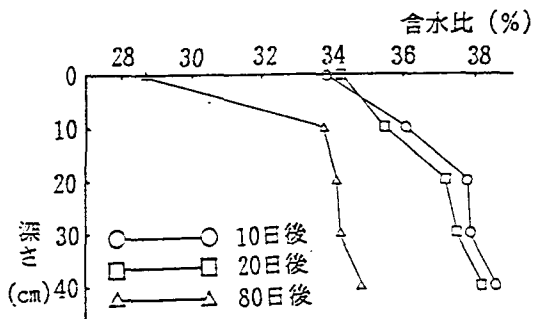


図-2 土壌の深さ方向における含水比の経時変化

た結果を示す。表中の硫酸塩含有量は、80日経過した時点で測定した値である。水分が蒸発できる場合には、土壌表面の硫酸塩濃度は、はじめに調整した1%より1.3~1.5倍に濃縮されたことが確かめられた。これに対して、水分が蒸発できない場合、硫酸塩の濃縮は認められなかった。このことから、土壌中の水分が蒸発する際に、土壌表面付近に硫酸塩が濃縮されることが確認された。

この試料土に80日間コンクリート供試体を浸漬した時点でフェノールフタレイン溶液を噴霧し、コンクリートの中性化深さを測定したところ、水分が蒸発できない密封された容器にセットされたコンクリート供試体は、ほとんど中性化が進んでおらず、硫酸塩による影響は認められなかった。しかし、水分が蒸発できる場合には中性化の進行が認められた。その中性化深さの測定結果を、表-2に示す。なお、中性化が認められた位置であるが、常に空気中あるいは土壌中にある部分のコンクリートには、ほとんど中性化は認められず、水分の蒸発が生じている土壌表面付近にかなり激しい中性化が認められた。

表-3には、一般的な環境条件において、測定された中性化深さに達するまでの所要期間を、以下に示す岸谷式³⁾

$$W/C \geq 60\% :$$

$$t = [0.3(1.15 + 3W/C) / \{R^2 (W/C - 0.25)^2\}] X^2$$

$$W/C \leq 60\% :$$

$$t = [7.2 / \{R^2 (4.6W/C - 1.76)^2\}] X^2$$

によって推定した結果を示す。

ここに、X：中性化深さ（cm）、t：中性化期間（年）、R：中性化比率（普通ポルトランドセメント、川砂、川砂利を使用し、混和剤を使用しない場合、1.0）、W/C：水セメント比、である。

中性化期間の推定結果から、水分が蒸発している土壌表面部分のコンクリート供試体は、硫酸塩を含む土壌中に80日間暴露されただけであるが、一般的な環境条件の場合に比べて、およそ5~6倍の速さで中性化が進行したことがわかった。

3. むすび

硫酸塩を含む土壌において、土壌表面から水分が蒸発する場合、土壌表面付近で硫酸塩の濃度が高くなることが確かめられた。また、地表面付近では中性化が急速に進み、硫酸塩がコンクリートの品質を急激に劣化させることがあらためて確認された。

参考文献

- 1) 中沢、瀬崎、藤本、横田：土壌中の硫酸塩によるコンクリートの劣化、自然災害科学研究西部地区部会報、第7号、pp.53~59, 1989年2月
- 2) 土質工学会編：土質試験法、昭和51年
- 3) 岸谷考一他編、喜多達夫他著：コンクリート構造物の中性化シリーズ、中性化、技報堂、1988年

表-1 水分蒸発が硫酸塩濃度の濃縮に及ぼす影響

	試料番号	硫酸塩濃度 (%)
蒸発可能	1	1.3027
	2	1.3586
	3	1.5736
蒸発不可能	1	1.0010
	2	1.0013
	3	1.0012

表-2 中性化深さの測定結果 (cm)

水セメント比 W/C (%)	試料 番号	供試体埋設深さ (cm)		
		2.5	5.0	10.0
40	1	0.00	0.00	0.03
	2	0.02	0.03	0.02
	3	0.04	0.03	0.00
50	1	0.00	0.00	0.20
	2	0.05	0.22	0.15
	3	0.22	0.10	0.08
60	1	0.05	0.10	0.33
	2	0.12	0.31	0.28
	3	0.30	0.20	0.13

中性化深さの測定位置は、埋設深さ2.5および5.0 cmの供試体の場合、試料番号1では空気に暴露されている部分、試料番号2では土壌表面に位置する部分、試料番号3では土壌中にある部分であり、埋設深さ10 cmの場合の試料番号1、2および3は、供試体上面からそれぞれ0.5、0および10 cmの深さである。

表-3 中性化期間の計算結果 (年)

水セメント比 W/C (%)	試料 番号	供試体埋設深さ (cm)		
		2.5	5.0	10.0
40	1	0.00	0.00	1.01
	2	0.45	1.01	0.45
	3	1.80	1.01	0.00
50	1	0.00	0.00	0.99
	2	0.06	1.20	0.56
	3	1.20	0.25	0.16
60	1	0.02	0.69	0.79
	2	0.10	0.69	0.50
	3	1.65	0.29	0.12