

V-50

界面活性剤によるコンクリートの劣化現象に関する実験的研究

東北学院大学工学部 学 生 員 ○高橋 武志
 東北学院大学工学部 正 会 員 武田 三弘
 東北学院大学工学部 フェロー会員 大塚 浩司
 北海道大学 工学部 フェロー会員 森吉 昭博

1. はじめに

近年、アスファルト舗装下のコンクリート床版が土砂化する現象が生じている。本研究室では、これまでこの原因を調べるため、実構造物を想定した供試体を用いて、乾湿環境における繰り返し載荷実験と併せて現場調査および資料収集を行ってきた。その結果、土砂化が生じている箇所のコンクリートから、界面活性剤が検出された。セメントコンクリートが界面活性剤によって破壊されるという現象については、すでに共同研究者の森吉等によって、1996 年に報告¹⁾されている。そこで、本研究では、界面活性剤が橋梁床版コンクリートの土砂化にも影響を与えるのではないかと考え、自動車に使用されているウィンドウオッシャー液や家庭用洗剤などに使用されている界面活性剤 5 種類を用いて、それらがコンクリートの劣化に及ぼす影響について基礎的な実験を行った。

2. 実験方法

実験に使用した界面活性剤は、陰イオン系 3 種類、両イオン系および非イオン系各 1 種類の 5 種類を使用した。表-1 は、実験に使用した界面活性剤を示したものである。これらの界面活性剤を使用し、以下に示す 3 種類の実験を行った。

(1) 表-1 に示される各界面活性剤の 55ppm、1%、5%、10%、15%、20% の濃度別の溶液を作製し、その溶液中に供試体（ $\phi 40\text{mm} \times 20\text{mm}$ ）を 2 体、21 日間浸漬させ、その後相対質量減少率の測定を行った。

(2) 陰イオン界面活性剤（LAS、AS、LES）の 1%、5%および 10%濃度の溶液中に供試体（ $\phi 100\text{mm} \times 200\text{mm}$ 、2 体）を 28 日間浸漬させ、析出した物質の成分解析を行った。

(3) (1)および(2)の結果から、コンクリートに最も大きく影響を与える界面活性剤を選び、繰り返し載荷を受ける実構造物を想定したコンクリート床版を用いて比較実験を行った。図-1 に示した供試体上層部は、4 点曲げ載荷を与えた場合に同じモーメントを受ける上層部をシリコン製の堰で 3 等分した。そして、分けた上層部を、(a)界面活性剤が存在する状態、(b)気乾状態および(c)水による湿潤状態の 3 つの状態において繰り返し載荷を行い、表面の劣化状態の比較を行った。載荷荷重は、上層部において曲げ圧縮応力度が $8.0 \text{ (N/mm}^2\text{)}$ 程度となる値とした。また、周期は 4Hz、500 万回繰り返し載荷を目標として載荷を行った。

3. 実験結果

(1) 図-2 は、各界面活性剤溶液（10%）に 21 日間浸透後の供試体の相対質量減少率をグラフ化したものを示したものの一例である。この図から、陰イオン系界面活性剤に浸漬させた供試体のみに質量の減少がみられ、非イオンおよび両イオンの界面活性剤面においては質量減

表-1 界面活性剤一覧

界面活性剤	略記号	イオン
アルキルベンゼン スルホン酸	LAS	陰イオン
ラウリル硫酸 ナトリウム	AS	陰イオン
ポリオキシエチレン ラウリルエーテル 硫酸ナトリウム	LES	陰イオン
ジメチルラウリル アミンオキシド	AO	両イオン
ポリオキシエチレン ラウリルエーテル	PLE	非イオン

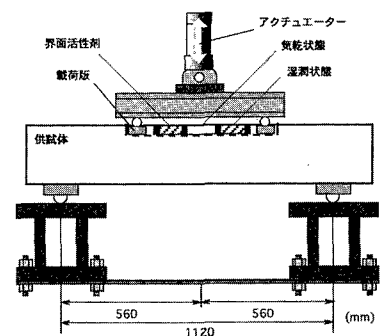


図-1 載荷状況

少の傾向は見られなかった。また、陰イオン系界面活性剤濃度が高い程、コンクリートの質量減少の傾向も大きくなり、その中でも界面活性剤 LAS が最も質量の減少が大きかった。

(2) 写真-1 は、界面活性剤水溶液 (LAS-10%) 中に浸漬した供試体の一例を示したものである。写真に示されてるように、陰イオン系界面活性剤水溶液中にコンクリート供試体を浸漬した場合、透明であったその水溶液は全て白く濁った。また、供試体表面には、白い物質が析出した。その析出量は、界面活性剤濃度が高い程、多く析出する傾向が見られた。白く濁った溶液はイオンクロマトグラフィを用いて成分分析し、析出物は EDS (エネルギー分散型 X 線分析装置) を用いて成分解析を行った。その結果、溶液からはカルシウムイオンが、析出物からは炭酸カルシウム (CaCO_3) がそれぞれ検出された。この結果から、コンクリート供試体は、界面活性剤の影響により脱カルシウム化現象が起きたものと考えられる。写真-2 は、界面活性剤水溶液 (LAS) 中に浸漬させた供試体の表面の状態を示したものである。この実験結果から、浸漬前では、供試体表面部分には気泡や骨材はほとんど観察できなかったが、浸漬後、表面のセメントが剥離し気泡や骨材が露出する傾向がみられた。なお、この傾向は界面活性剤 (LAS) のみにみられ、濃度が高いほどこの傾向は顕著にみられた。

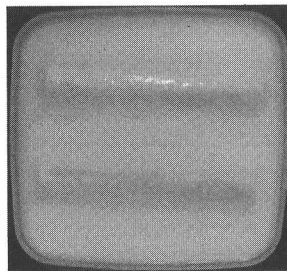


写真-1 実験中の供試体

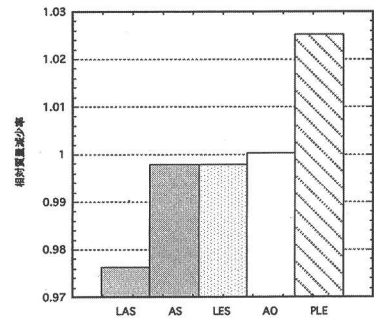


図-2 実験後の相対質量減少率

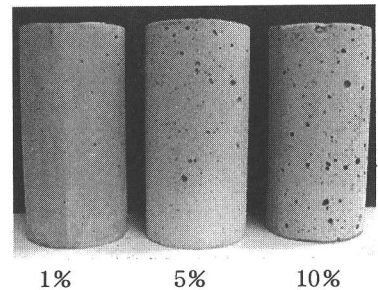


写真-2 浸透後の表面の状態

(3) (1)および(2)の結果から、繰り返し载荷を受ける実構造物を想定したコンクリート床版の実験に用いる界面活性剤には、LAS (10%)を使用した。写真-3 は、500 万回载荷後の供試体の表面の状態を示したものである。湿潤状態、気乾状態では表面の状態にほとんど変化はないが、界面活性剤水溶液 (10%) が存在したコンクリート部分では、表面のセメントの剥離、骨材の露出およびひび割れの発生が生じた。また、写真-2 の LAS (10%) と比較すると、より短期間でありながらも、繰り返し载荷を受けたコンクリートの方が、劣化の傾向が顕著に見られた。

4. まとめ

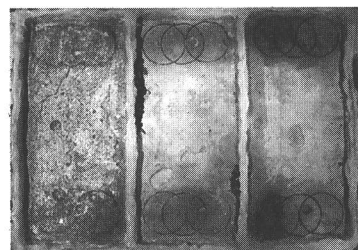
本実験の範囲内で以下の事が言える

陰イオン系界面活性剤はセメントコンクリートの劣化に影響をおよぼす傾向が見られた。その中でも特に、アルキルベンゼンスルホン酸 (LAS) に劣化の傾向が見られた。劣化の傾向が現れた 3 種類

の陰イオン界面活性剤は、いずれも濃度が大きい程劣化が大きかった。また、陰イオン系界面活性剤水溶液に浸透させたコンクリート供試体からは、短期間で脱カルシウム化現象が生じることが確認された。

謝辞: 本実験に際し、東北学院大学工学部土木工学科平成 14 年度武田研究室阿部奈保子の協力を受けた。ここに謝意を表する。

参考文献: 1) 森吉昭博、田端昌祥、徳光克也: マテリアルライフ (Materials Life), 8[1]pp. 41~44, (Jan. 1996)



界面活性剤 気乾 湿潤

写真-3 载荷後の供試体の表面の状態 (LAS)