



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	セメントコンクリートの新しい破壊
Author(s)	森吉, 昭博; Moriyoshi, Akihiro; 田畑, 昌祥 他
Citation	マテリアルライフ, 8(1), 41-44
Issue Date	1996-01
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/42749
Type	journal article
File Information	29moriyoshi_ML8.pdf



セメントコンクリートの新らしい破壊

森吉昭博¹⁾，田畑昌祥²⁾，徳光克也³⁾

¹⁾ Akihiro MORIYOSHI: ²⁾ Masahiro TABATA ³⁾ Katsuya TOKUMITSU

¹⁾ 北海道大学工学部土木工学科教授 千札幌市北区北13条西8丁目

²⁾ 北海道大学工学部分子化学専攻助教授 千札幌市北区北13条西8丁目

³⁾ 北海道大学工学部土木工学科研究生 千札幌市北区北13条西8丁目

要旨

この研究はセメントコンクリートがウインドウオッシャ中に含まれる界面活性剤により著しく中性化され破壊することを初めて明らかにした。この検証は現地のコンクリートスラブから採取したコンクリートについて詳細な実験を行った結果から行われたものである。

キーワード：セメントコンクリート、中性化、界面活性剤

1. はじめに

セメントコンクリート造りの構造物は従来半永久構造物であるとされてきたが、最近大気汚染物質によるセメントコンクリートの中性化、塩害やアルカリ骨材反応による破壊等が問題になるに伴いセメントコンクリート構造物の寿命が著しく低下し、半永久構造物ではなくなりつつある¹⁾。

このうちアルカリ骨材反応については原因が特定され、セメント中のアルカリ成分や使用骨材の規制がすでに実施されている。

塩害については特に寒冷地における港湾構造物の波返しのコンクリート構造物に多く発生し、この原因については凍結融解作用とセメントコンクリートの性状との関係でほぼ解明されつつある。一方中性化についてはとくに酸性雨中の酸

性物質の成分によるセメントコンクリートの中酸化対策としてセメントコンクリートの表面保護材の塗布等の処置が行われている。

最近雨の降り始めに舗装の表面で特に走行車両のタイヤ接地付近に白く細かい泡が多数発生し、かつこの泡がなかなか消えないことがある。ときには舗装全面にわたり真っ白になることがある。本論文ではセメントコンクリートに対するこの泡による新しい破壊について報告する。

2. 舗装上の泡について

舗装上の泡は交通量の多いところに多く発生している。このため泡を含む水（水溶液）を数カ所で採取し、この水についてメチレンブルー活性法（Methylene Blue Active Substances, MBAS 法）を用いてその定量分析を行った²⁾。

MBAS法は試料の水溶液を分液ろ斗に取り、これにリン酸ナトリウム緩衝液10mlとMB溶液0.5mlとクロロフォルム15mlを入れ、十分振とうし、層分離したクロロフォルムを別の分液ろ斗に取り、これに水110ml, MB溶液0.5ml, 0.25Mの硫酸2mlをいれ振とうし、層分離したクロロフォルム溶液を2cmセルにいれ、クロロフォルムを対称液として、波長654nmで吸光度を測定し、あらかじめ作成した検量線を用いてアニオン系界面活性剤の量を定量する。

その結果、ある箇所では0.01 mg/Lのアニオン系の界面活性剤が検出された。この条件は雨がかなり降っていて水たまりがその路線のどこでも低いところで見られる状態であった。しかし雨が採取した時が降り始めてからどのくらい経過しているかは不明であった。またこの水は少し、黒っぽくかつ、ワックスのような臭いがした。

3. ウイドウオッシャ液および界面活性剤の性質

車両のウインドウオッシャー液に必要な条件は油性の汚れを除去できるだけでなく次の要件を満足しなければならない。

- 1) 視野の確保ができ、かつ洗浄性を有すること

- 2) 配管内凍結と窓に吹きかけた時の凍結がないこと
- 3) 引火性がないこと
- 4) 塗装、金属、ゴムなどに対する耐化学性を有すること
- 5) 低毒性であること

ウインドウオッシャー液の性状は日本工業規格JIS K 2398-1989に規格化されている。ウインドウオッシャー液市場で見られるタイプには液体と固形剤（散剤・錠剤）があり、液体タイプには極寒地用と汎用製品に分けられ、それぞれ不凍性に差がある。固形剤は界面活性剤、溶剤を固形化したものでウオッシャータンクに入れて水に溶解して使用する製品なので、液体タイプとは同一ではない。

ウオッシャー液の組成は品質の具備条件から一般的には、アルコール類（メタノール、エタノール、イソプロピルアルコール、変性アルコール）、界面活性剤（アニオン系界面活性剤、カチオン系界面活性剤、非イオン系界面活性剤、アルカノールアミン）、水、色素からなり、主成分はアルコールと水である。界面活性剤の量はおおむね0.5%程度である。一般に界面活性剤は蒸発しづらく、バクテリアの分解性が悪く、浸透性が良く、低温から高温まで効果があるといわれている。

界面活性剤とは一分子の中に親水性部分と親油性部分を共有している化合物のことで、水または油類などにコロイド学的に溶解または分散し、表面（または界面）に吸着、配向し表面（または界面）張力を低下させ、液中ではミセルを形成する。一般に親油性部分が一部解離したときに示すイオン性により、アニオン（陰）イオン系界面活性剤、カチオン（陽）イオン系界面活性剤、両イオン系界面活性剤および非イオン系界面活性剤がある。

4. 舗装の路盤材中の化学物質

アスファルト舗装で横断亀裂が発生している箇所の路盤材についてクロロフォルムのソックスレー抽出を行い、これから得られた物質に対してIRやNMRの分析

を行ったところ種々の界面活性剤が検出された。またこのとき路盤材の土1gの中から0.05mg/1gという高濃度のアニオン系界面活性剤が検出され、これが路盤材の自然含水量全てに溶け込んでいると仮定するとその濃度は約0.3%となった。この界面活性剤はウィンドウオシヤ液に含まれている濃度0.5%に近く、かつ通常それに使用されているアニオン系界面活性剤そのものであった。

5. セメントコンクリートの界面活性剤による破壊

セメントコンクリートで作成された駐車場において同一時期に施工されたコンクリートで鎖と1mほどの棒状のスチールで組み合わされた柵で分離された箇所とそうでない箇所について観察したところ自家用車が常時駐車する箇所のセメントコンクリートの表面はモルタル分がほとんど抜け落ち骨材のみが突出しているのに対して、隔離されている箇所では一切このような現象がみられない。また中央分離体や高欄等のコンクリート構造物においてコンクリートの剥離現象に伴う内部の鉄筋の露出が多く見られ、これらの原因が塩害でないことも確認されている。

一方、コンクリート床版で亀裂が多く発生している箇所で、床版の下面に生じているセメントコンクリートの石筍について確認すると色が内部まで黒くなっているのが多い。この場合床版上部ではセメントコンクリートの中性化が表面より4-5cmと著しく進行していることも確認されている。床版が22cm程度の場合その断面のほぼ半分が中性化し、このコンクリートと内部の鉄筋との付着が極めて悪くなっている例もある。

いずれも走行車両がウィンドウオシヤを含む雨水を跳ねてこれらコンクリート構造物に飛散したのかまたはウィンドウオシヤ液を含む雨水が溜まって構造物の内部に浸透したと考えられる。

このセメントコンクリートの圧縮強度、静弾性係数、単位体積重量は共に小さかった。しかし、空気量、およびその細孔径分布に異常値は観測されなかった。また粉末X線回折試験および偏向顕微鏡からコンクリートに有害な成分およびASR（アルカリ骨材反応）を生じる含有量は検出されなかった。

セメントコンクリートは石油から精製された油、塩および有機物等により損傷することは55年前にすでに報告されている³⁾。特に硫酸塩やアニオン系イオンによりセメントコンクリートが著しく損傷することもこの時に指摘されている。

セメントコンクリートが中性化すると一般に以下のような現象が観察される。

- 1) 強度が大きくなる
- 2) ヤング係数が小さくなる
- 3) 炭酸カルシウムの増加とともに重量が増える
- 4) 長さが収縮する (5×10^{-4} のひずみはセメントコンクリートの破壊ひずみの破壊ひずみ 2×10^{-4} より大きくなるため収縮亀裂が発生する)
- 5) 吸水率は小さくなる
- 6) 全ポロシティは小さくなる
- 7) 炭酸カルシウムやパテライトが生成される

このスラブコンクリートについてメタノール抽出を行い、この抽出された物質について¹H Nuclear Magnetic Resonance (NMR) の試験を30℃で行ったところ図-1が得られた。

0.9 ppm, 1.2 ppm, 1.5 ppm 付近の大きな信号はアスファルト中のアルキル基のプロトン、すなわち CH_3 、 CH_2 、 CH 基を示す。他方、3.8 ppm 付近の小さなピークはオキシメチレン基、すなわち $-(\text{O}-\text{CH}_2-\text{CH}_2)_n-$ を示し、これを有するポリオキシエチレンノニルフェニルエーテル硫酸ナトリウムのようなアニオン系界面活性剤が混入していることを示す。図中に市販されているこの物質のスペクトルを示すが、コンクリート物質から得られたものと化学シフトがほぼ同一である⁴⁾。

一方、7.0-7.8 ppm のピークはアルキルベンゼンスルホン酸ナトリウムのアニオン系界面活性剤の中のフェニル基のプロトンを示している。セメントコンク

リート中に添加剤として混合されるAE材や減水剤として用いられる界面活性剤にはこれらのようなピークが見られない。一方、界面活性剤の骨材単体に対するダメージは全くみられなかった。

6. おわりに

以上の結果セメントコンクリート中から抽出された物質からセメントコンクリートにはウインドウオシヤ液がアスファルト舗装の中のアスファルトを溶かし、この水溶液がコンクリート中に溶け込み、セメントコンクリートを中性化させていると考えられる。

現在この研究は緒についたばかりであるが、この路上の泡の中の界面活性剤により土木構造物としてのセメントコンクリートやアスファルト舗装までもが著しい被害を受けていることが次第に明らかになりつつある。

謝辞

本研究を遂行するにあたり、西川篤也君、阪田雅之君、橘誠君および林尚君に大変お世話になった。ここに心より御礼を申し上げます。

引用文献

- 1) 現代土木材料、町田篤彦編、pp129-142, オーム社
- 2) Standard Method for Examination of Water and Waste Water, 18th Ed., American Public Health Association, Washington, D.C. Ed. Arnold, E. and Greenberg, et al., (5-36)-(5-38)
- 3) Recommended Practice and Standard Specifications for Concrete and Reinforced Concrete, Proc. of the ASCE. June, pp109-110, 1940
- 4) 界面活性剤分析法、界面活性剤分析研究会編, pp222-223, 1987、幸書房

森吉昭博：北海道大学工学部博士課程昭和46年単位取得退学、昭和47年同大
学講師、48年同助教授、平成2年同教授となり現在に至る。主とし

てアスファルト系材料の新素材開発とその応用等の研究に従事、

趣味：音楽および絵画鑑賞、スキー、

田畑昌祥：北海道大学工学部昭和42年卒業、昭和60年北海道大学助教授となり現在に至る。主として高分子材料のEMRおよびESRに関する研究に従事

趣味：スキー

徳光克也：室蘭工業大学昭和57年卒業、日本道路株式会社に入社し、現在北海道大学工学部研究生、主として舗装の実務と研究に従事し現在に至る。

趣味：テニス、スキー

DAMAGE OF CONCRETE STRUCTURES BY WINDSHIELD WASHER FLUID

Akihiro MORIYOSHI¹⁾, Masahiro TABATA²⁾, Katsuya TOKUMITSU³⁾

¹⁾ Dept. of Civil Engineering, Faculty of Engineering, Hokkaido University,

²⁾ Dept. of Molecular Chemistry, Graduate School of Engineering, Faculty of Engineering, Hokkaido University,

³⁾ Dept. of Civil Engineering, Faculty of Engineering, Hokkaido University,

Synopsis

This paper describe ¹H NMR test results for neutralized cement concrete slab which rain water having the surfactants were splashed by repeated traffic. As the test results, surfactants involved in the windshield washer fluid destruct remarkably the cement concrete structures.

Key words: Cement Concrete, Neutralization, Surfactant