

Workshop on External Sulfate Attack (ESA2016、リスボン) への参加報告

試験研究センター

材料部 材料試験室 吉田 夏樹

1. はじめに

2016年11月3日～4日に、コンクリートの外部硫酸塩劣化 (External Sulfate Attack) に関するワークショップ (ESA2016) がポルトガルリスボンで開催された。会を主催したのは、RILEM (国際材料構造試験研究機関連合) の技術委員会 (Technical Committee-251: Sulfate resistance testing) である。TC251は、コンクリートの耐硫酸塩性を評価する新たな試験方法の確立などを目的とした検討を行っており、今回のESA2016では、実構造物での硫酸塩劣化事例、硫酸塩劣化対策のための試験方法、硫酸塩劣化のメカニズムなどについて参加者から口頭発表が行われ、議論が交わされた。ESA2016の開催にあたり、TC251の委員長Veronique Baroghel-Bouny博士 (フランス、IFSTTAR (The French institute of science and technology for transport, development and networks)) から、IFSTTARに留学中であった川端雄一郎博士 (港湾空港技術研究所) を経由して日本国内の研究者に参加要請の情報を頂き、筆者は日本国内の事例を海外に紹介することを目的として参加した。本報では、ESA2016の概要を報告する。

2. ESA2016の概要

ESA2016は、リスボン市内のLNEC (Laboratorio Nacional de Engenharia Civil、図-1および写真-1参照) において開催された。参加国は、欧州4か国 (ポルトガル、スイス、スペイン、フランス)、北米1か国 (アメリカ)、南米1か国 (アルゼンチン)、アフリカ1か国 (アルジェリア)、



写真-1 会場となったLNEC



写真-2 参加者の集合写真

アジア2か国 (中国、日本) の計9か国であった (写真-2に集合写真を示す)。日本からは、日本国内の事例に関する2編の論文を投稿し^{1),2)}、筆者が唯一の参加者となった。

コンクリートの硫酸塩劣化は、化学的侵食の中でも代表的な現象であり、コンクリートに硫酸塩 (Na_2SO_4 、 CaSO_4 、 MgSO_4 など) が化学的に作用すると、ひび割れや脆弱化などの劣化が生じる³⁾。コンクリートが接する外部環境に起因するものを外部硫酸塩劣化 (External Sulfate Attack)、コンクリートに内在する硫酸塩に起因するものを内部硫酸塩劣化 (Internal Sulfate Attack) と呼び、ESA2016は前者 (ESA) をテーマとしている。

ESA2016は、EPFL (スイス連邦工科大学ローザンヌ校) のKaren Scrivener教授の基調講演「Perspectives

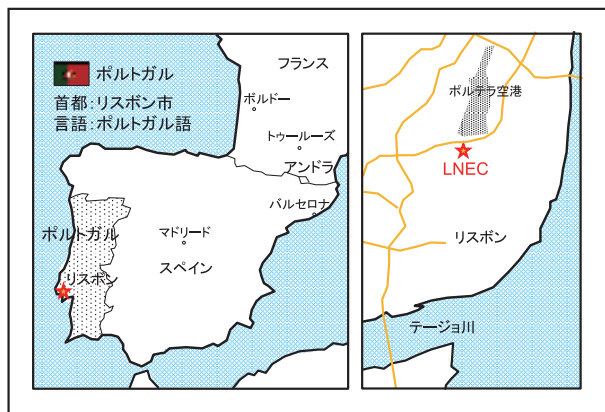


図-1 ポルトガルおよびLNECの位置

on testing related to field performance」から始まり、「耐硫酸塩性試験および配合条件の影響」、「実構造物における事例」、「劣化メカニズムとモデリング」の3セッションに分けて進められた。計16件の発表があり、20分/1件の発表時間が与えられた。

3. ESA2016における筆者の発表内容

筆者は、日本国内の事例について、2件の発表を行った(写真-3)。

1件目の発表¹⁾では、筆者も活動に参加した土木学会345委員会(セメント系構造物と周辺地盤の化学的相互作用研究小委員会)⁴⁾において整理された事例を中心に、日本国内におけるソーマサイト生成、海水の作用、地盤への注入薬液による硫酸塩劣化事例などを紹介した。

2件目の発表²⁾では、筆者が当法人の自主研究活動において検討してきた、硫酸塩土壌に建築された住宅基礎コンクリートの硫酸塩劣化事例を紹介した。土壌に含まれる硫酸ナトリウムが、基礎コンクリートの地上部に浸透し、コンクリート表層に剥離を生じさせる現象で、表面には、白色の硫酸ナトリウムの結晶が観察される(写真-4)。硫酸塩土壌の成因について、土壌に含まれる硫化物の酸化が要因となるケースが多く、硫化物は還元的な海底で生成しやすいため海成層に普遍的に含まれる。海成層などの硫化物を含む地盤は日本に広く分布しており、住宅基礎の



写真-3 筆者の発表の様子



写真-4 住宅基礎の硫酸塩劣化状況

劣化事例は日本の各地で顕在化していることを紹介した。

白色の硫酸塩の結晶が、基礎コンクリートや土壌表面に多量に析出している様子に参加者は驚かれたようで、土壌の表面に硫酸塩が集積するメカニズム、コンクリートが硫酸ナトリウムの結晶によって劣化するメカニズムなどについて会場から質問があった。なお、住宅基礎の硫酸塩劣化事例については、過去の本誌(GBRC, Vol.36)⁵⁾においても紹介しており、こちらも合わせてご参照頂ければ幸甚である。

4. おわりに

筆者は、これまで欧米の事例から硫酸塩劣化を学んできたこともあり、ESA2016では、特に欧米の新たな事例や対策に関する報告に期待していたが、今回は事例の報告が無く、この点では期待どおりではなかった。

一方で、欧州ではセメント化学の基礎研究を産学が一体となって行う「Nanocem」⁶⁾と呼ばれる組織が形成され、ナノレベルの研究が活発に行われているとともに、化学的侵食についても継続的に検討されている。劣化メカニズムや数値解析に関する発表は興味深く、他の現象への応用も含めて継続的な議論の重要性を感じた。

日本国内においては、先に述べた地質条件などを勘案すると、潜在的に化学的侵食が顕在化している可能性は否定できない。特に、日常では観察できない地中構造物を中心として、継続的な議論が望まれる。

最後に、ESA2016で得た貴重な経験に対し、ESA2016にお誘い頂いた川端雄一郎博士、参加をお許し頂いた当法人の関係者各位に感謝の意を表したい。

参考文献、ホームページ

- 1) Y. Kawabata, N. Yoshida, S. Ogawa, K. Yamada: External sulfate attack in Japan: A review, Proceedings of the workshop external sulfate attack, pp.83-92, 2016
- 2) N. Yoshida: Sulfate attack on residential concrete foundations in Japan, Proceedings of the workshop external sulfate attack, p.20, 2016
- 3) 吉田夏樹: コンクリート構造物における硫酸塩劣化の現状-ソーマサイト生成による新たな劣化問題-, GBRC, Vol.28, No.4, pp.32-38, 2003
- 4) 土木学会: セメント系構造物と周辺地盤の化学的相互作用研究小委員会(345委員会)成果報告書およびシンポジウム講演概要集, コンクリート技術シリーズ 103, 2014
- 5) 吉田夏樹: 硫酸ナトリウムの結晶成長によるコンクリートの劣化現象, GBRC, Vol.36, No.3, pp.13-23, 2011
- 6) <http://www.nanocem.org/>