

V-98

高炉セメントコンクリートの塩化物遮へい性能

東京大学生産技術研究所 正会員 白木亮司

東京大学生産技術研究所 正会員 星野富夫

東京大学生産技術研究所 正会員 小林一輔

1、はじめに

高炉セメントを使用したコンクリートについては、普通ポルトランドセメントを用いたコンクリートに比べて塩化物イオンの遮へい性能が優れていることが報告されている¹⁾²⁾³⁾。当研究は、高炉セメントコンクリートの塩化物遮へい効果を電子線マイクロアナライザーによる面分析を通じて明らかにしたものである。

2、実験方法

セメントには普通ポルトランドセメント、高炉水砕スラグ微粉末としてはガラス化率 99%、塩基度1.80、粉末度 4320 cm²/gのものをを用いた。これらの化学成分を表-1に示す。粗骨材には秩父産砂岩、細骨材には大井川産の川砂を用いた。コンクリートの配合は水セメント比を60%とし、普通ポルトランドセメントのみを用いた単位セメント量327kg/m³を基準配合として、高炉水砕スラグ微粉末をセメントの内割りで50%および70%置き換えた配合の3種類とした。供試体は10×10×120 cmの矩形梁で、内部に長さ110 cm、公称径10mmの異形鉄筋を2本埋め込んだもので、それぞれの供試体を2本1組として曲げ載荷状態で、伊豆半島東海岸において5年間海洋暴露を行った。分析用試料は、ひび割れの入っていない部分から長手方向に対して直角に厚さ約1 cmに切り出し、表面研磨を行い、炭素蒸着の後、EPMAにより面分析を行った。分析は加速電圧20 kV、約10 μmφのビーム径でステージスキャンさせて行った。

表-1 普通ポルトランドセメントおよび高炉水砕スラグセメント微粉末の化学組成

	OPC	KSC
SiO ₂	21.8	32.9
Al ₂ O ₃	5.2	12.3
Fe ₂ O ₃	3.1	0.9
CaO	64.9	41.0
MgO	1.3	6.0
SO ₃	2.1	--
Total S	--	1.0
Ig. Loss	0.5	2.6
Insol.	0.2	--
Total	99.1	97.2

3、結果と考察

写真-1～3にC1の分析結果を示す。元のカラー写真はいずれも512×480の画素から構成され、それぞれのX線カウント数を16段階に分け、画面右側に示した黒から白の16種類の色で表示したものである。画面で青く見える部分は相対的に元素濃度が低く、黄→赤→白の順に元素濃度が高くなることを意味している。この概要集では白く見えるところが相対的に元素濃度が高く、暗く見える部分が元素濃度の低い部分である。

これら3枚の写真から明らかなことは、普通ポルトランドセメントだけを用いたコンクリートでは塩化物がほぼ中心部にまで到達しているのに対して、高炉水砕スラグセメントを50%混入したコンクリートでは塩化物の浸透は表層から約2.2cm、70%混入したコンクリートでは約1.5cmであり、高炉セメントを用いたコンクリートが著しい塩化物遮へい性能を有するということである。

また、写真-4は同じ条件で同時に海洋暴露を行った水セメント比が40%の普通ポルトランドセメントを用いた供試体についての塩素の分析結果である。これと写真-2および3を比較すると、水セメント比60%でスラグ量50%のコンクリートの塩化物遮へい性能は、水セメント比が40%の普通ポルトランドセメント使用コンクリートにほぼ匹敵し、水セメント比60%、スラグ量が70%の場合にはこれよりも優れた塩化物遮へい性能を有することがわかる。

一方、図-1はドリルにより供試体表面から1 cm毎に試料を採取し、JCI規準案『硬化コンクリート中に含まれる塩分の分析方法』に規定されている電位差滴定法によって全塩分量を求めたもので、供試体各部分の全塩分量を試料を採取した深さの中央値に対してプロットしたものである。従来から、高炉セメントコ

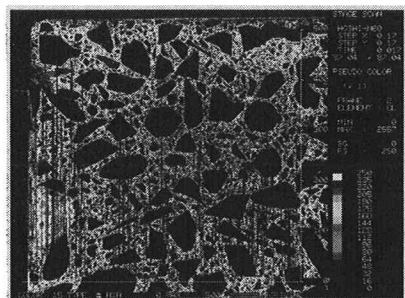


写真-1 普通セメントコンクリート (W/C=60%) の面分析結果 (C1)

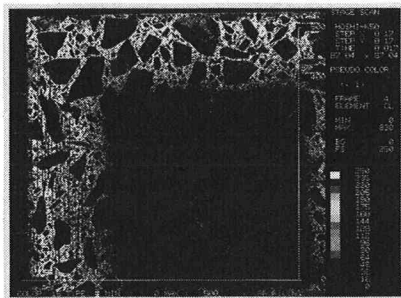


写真-2 高炉スラグコンクリート (置換率=50%) の面分析結果 (C1)

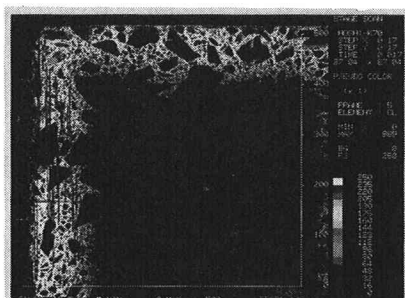


写真-3 高炉スラグコンクリート (置換率=70%) の面分析結果 (C1)

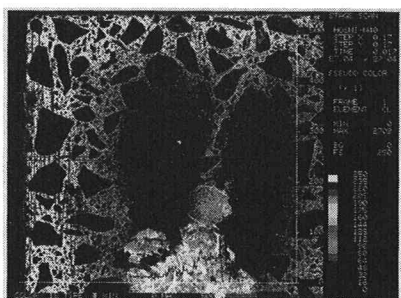


写真-4 普通セメントコンクリート (W/C=40%) の面分析結果 (C1)

ンクリートと普通ポルトランドセメントを用いたコンクリートの、特に表層部における塩化物遮へい性能の差については不明確な点があった。しかし、今回のEPMAによる面分析結果は、高炉スラグコンクリートがコンクリートの表層部で塩分の遮へいを行っていることを明らかにしたと言える。この様子を模式的に示したのが図-2である。

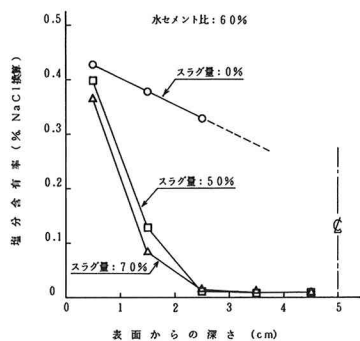


図-1 海洋飛沫帯に5年間暴露した高炉スラグコンクリートの塩化物の浸透

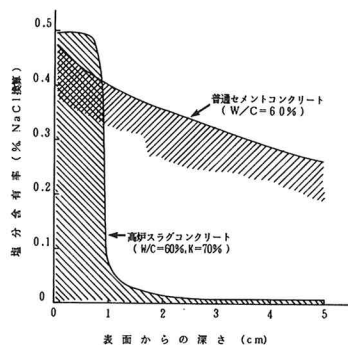


図-2 高炉スラグコンクリート供試体と普通ポルトランドセメントコンクリート供試体における塩分分布のモデル図

参考文献

- 1) Mehta, P.K. : Effect of Cement Composition on Corrosion of Reinforcing Steel in Concrete. ASTM STP 629, 1977
- 2) Page, C.L. et al. : Diffusion of Chloride Ions in Hardened Cement Paste. Cement and Concrete Research Vol. 11, No.3, 1981
- 3) 依田、御所窪、中川：海水の作用を受けた高炉セメントコンクリートについて、セメント技術年報, X X X, 1976