

水和生成物中のCaがほとんど溶脱したモルタルの透水係数

東京電力(株)原子力技術部 正会員 出口 朗 増田 良一
(株)大林組 技術研究所 正会員 斉藤 裕司

1. まえがき

電気化学的手法は、水和生成物の溶脱現象を促進できる有力な試験方法である。前報^{1,2)}までに、モルタル中の水和生成物の一部が溶脱したときの強度と透水係数がどの程度変化するかを調べ、それらが水和組織の細孔構造の変化と密接に関係していることを明らかにした。本報では、水和生成物中のCaがほとんど溶脱した状態におけるモルタルの透水係数がどの程度になるかを実験検討した結果を述べる。

2. 試験概要

試験に用いたモルタル試験体の配合を表-1に示す。セメントは普通ポルトランドセメントを、細骨材は豊浦産の標準砂をそれぞれ使用した。また、ポゾラン系混和材として、高炉スラグ(BF)とシリカヒューム(SF)を用いた。試験体の形状は直径50mm、長さ10mmの円柱状とし、4週間20℃の標準水中養生を行った。電位勾配を与えた溶出促進試験を約2年間行って水和生成物中のCaをほとんど溶出させた後、試験体を取り出して変質状態を調査するとともに、それぞれの透水係数を測定した。透水係数はアウトプット法により測定した。使用した水圧は0.05N/mm²とした。

表-1 試験体の配合

試験体 No.	水セメント比 (W/C)	砂セメント比 (S/C)	BF置換率 (%)	SF置換率 (%)
1	0.41	0.77	0	0
2	0.50	0.89	0	0
3	0.60	0.97	0	0
4	0.41	1.0	30	0
5	0.41	1.0	50	0
6	0.41	1.0	70	0
7	0.41	1.0	0	10
8	0.41	1.0	0	20

3. 試験結果と検討

(1) Ca溶出量

約2年間で溶出したCa量を表-2に示す。同表に、試験体に含まれていたCa量も併記している。Caの溶出割合(溶出量/含有量)は95~99%となり、試験体に含まれていたCaのほとんどが溶出していた。

(2) 劣化促進試験後の水和組織の変化

図示しないが、X線回折結果によれば、いずれの試験体もシリカゲルと同定されるブロードな回折線が認められただけで、当初存在していた水和生成物はすべて、シリカゲルにまで変質していた。

変質促進試験終了後の各試験体について測定した細孔量を表-2に併記した。細孔量は水和生成物の容積当たりの値(PV/V_p)で表示している。これらの結果は、当初に比べて1.7~2.2倍に増加しており、いずれも水和生成物の溶脱に伴って水和組織が非常にポーラスになっていたことを示している。

(3) 透水係数の測定結果

透水係数の測定結果を表-3に示す。参考までに、昨年度に報告した水和生成物の一部が溶脱した状態での測

表-2 Ca溶出量と細孔量

試験体 No.	試験体に含ま れるCa量[mg]	溶出したCa量 [mg]	溶出した割合 [%]	細孔量 (PV/V _p)
1	9,430	9,328	98.9	0.589
2	8,420	8,261	98.1	0.610
3	7,070	7,025	99.4	0.600
4	7,140	7,086	99.2	0.528
5	6,890	6,731	97.7	0.523
6	6,110	6,057	99.1	0.509
7	7,550	7,233	95.8	0.627
8	6,660	6,222	93.4	0.643

水和生成物、溶脱、変質、透水係数、電位勾配

〒100-0011 千代田区内幸町1-1-3 TEL 03-4216-4976 FAX 03-3596-8562

定結果²⁾も併記している。水和生成物がほとんど溶脱した状態におけるモルタルの透水係数は、配合とは無関係に $10^{-8} \sim 10^{-9}$ [m/sec] のオーダーを示した。水和生成物の一部が溶脱した状態では、ポゾラン系混和材の置換は溶脱後の透水係数の増加を抑制する効果²⁾が認められたが、水和生成物の大部分が溶脱した今回の結果では、その抑制効果は顕著には認められなかった。

(4) 透水性と細孔量との関係

透水係数を水和生成物の容積で割った値 (K_w/V_p) と細孔量 (PV/V_p) の関係を図-1に示す。前報²⁾までに報告したように、両者の間には密接な関係があり、細孔量の増加に伴って透水係数が増加していく。今回の結果もその関係の延長上にプロットされた。従って、モルタル中の水和生成物の溶解に伴って透水係数は増加していくが、溶解の程度に関わらず、その事象は水和組織の細孔量の増加で説明することができる。

4. まとめ

電気化学的手法を適用した溶出促進試験によって、水和生成物中のほとんどの Ca が溶脱した状態におけるモルタル試験体を作成し、その透水係数を測定して、以下のことが明らかとなった。

約2年間の溶出促進試験によって、当初含まれていた Ca の 95 ~ 99% が溶出していた。

上記の溶脱によって、水和生成物はシリカゲルにまで変質していた。

モルタルの透水係数は $10^{-8} \sim 10^{-9}$ [m/sec] のオーダーを示し、配合による相違は顕著ではなかった。

透水係数の変化と細孔量の変化との関係は、前報までに報告した関係の延長上にプロットされ、水和生成物の溶解の程度に関わらず、モルタルの透水係数の増加は水和組織の細孔量の増加で説明できる。

5. あとがき

本報告は、電力 10 社による電力共通研究の成果の一部である。

[参考文献]

- 1) 田島ほか：電気化学的手法を用いたモルタルの変質に伴う強度と透水係数の変化(1)、土木学会第 53 回年次学術講演会講演概要集、V-115、pp.230-231、1998
- 2) 出口ほか：電気化学的手法を用いたモルタルの変質に伴う強度と透水係数の変化(2)、土木学会第 54 回年次学術講演会講演概要集、V-39、pp.78-79、1999

表 - 3 透水係数の測定結果

単位 : [m/sec]

試験体 No.	K_w/V_p (完全変質)	K_w/V_p * (一部変質)	K_w/V_p * (未変質)
1	3.2×10^{-8}	2.7×10^{-10}	1.1×10^{-13}
2	2.7×10^{-9}	7.1×10^{-10}	1.5×10^{-12}
3	4.8×10^{-8}	3.0×10^{-9}	4.9×10^{-12}
4	5.3×10^{-9}	1.1×10^{-12}	3.3×10^{-13}
5	3.9×10^{-9}	1.7×10^{-12}	9.8×10^{-14}
6	3.8×10^{-9}	2.7×10^{-13}	1.5×10^{-13}
7	3.5×10^{-9}	5.0×10^{-12}	8.3×10^{-13}
8	4.1×10^{-9}	3.2×10^{-13}	1.1×10^{-13}

* : 前報の結果

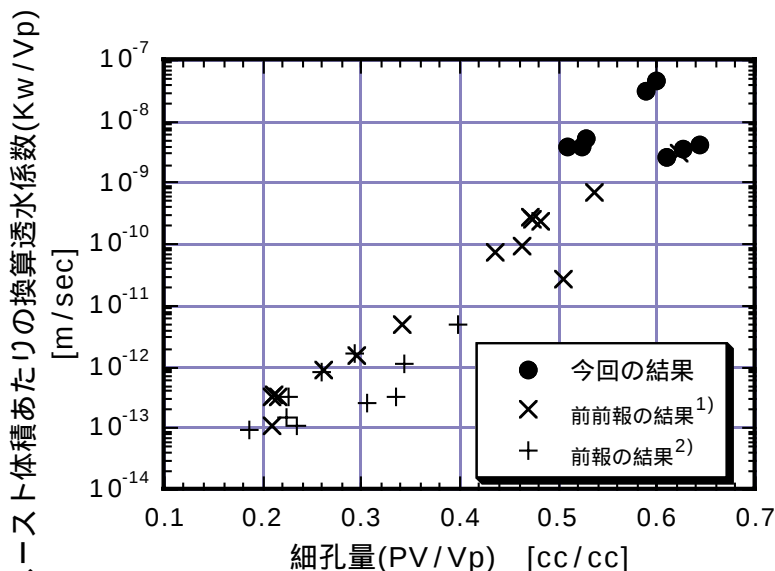


図-1 細孔量とペースト体積あたりの換算透水係数の関係