

塩害・中性化試験における促進倍率の評価

金沢工業大学 工学部 学生会員 ○日景新一
 金沢工業大学 環境・建築学部 正会員 宮里心一
 電気化学工業㈱ 正会員 芦田公伸

1 はじめに

鉄筋コンクリートの一部は塩害・中性化により劣化している。それらの劣化メカニズムを明らかにするために、屋内暴露(促進)試験や屋外暴露(非促進)試験が行われている。ここで屋内暴露試験や屋外暴露試験は、表1に示すとおりメリット・デメリットがあり、それぞれのメリットを組み合わせる必要がある。その結果、短期間で得られた促進暴露試験の結果が、実構造物における何年後の劣化状態に相当するかが明らかになる。しかしながら未だ、促進暴露期間と屋外暴露期間の換算方法が確立されていない。したがって、促進暴露試験が屋外暴露試験の何年に相当するかについて、正確にわからないのが現状である。

そこで本研究では、塩害あるいは中性化の屋内暴露(促進)試験から屋外暴露(非促進)試験への時間スケール換算モデルを構築する。そのため、通電法および低圧法による塩害促進暴露試験あるいは高CO₂濃度法による中性化促進暴露試験と屋外暴露試験を組み合わせた。さらに、屋外暴露試験に対する各屋内暴露試験の促進倍率を評価した。なお、評価パラメータは塩分浸透深さおよび中性化深さとする。

2 実験概要

実験ケースを表2に、暴露条件を表3に、モルタル供試体を図1に示す。すなわち本研究では、屋内暴露と屋外暴露を組み合わせた試験(以後混合試験とする)も含めて、塩害について5ケースを、中性化について3ケースを行った。所定の暴露が終了後に供試体を割裂し、硝酸銀水溶液を用いての塩分浸透深さ、あるいはフェノールフタレインエタノール溶液を用いての中性化深さを測定した。

3 実験結果

3.1 屋内暴露から屋外暴露への時間スケール換算方法¹⁾

時間スケールの換算方法を図2に示す。まず横軸に時間を記し、縦軸に塩分浸透深さあるいは中性化深さを記す。混合試験の場合、はじめに28日間の屋外暴露を行い、その後に通電法、低圧法あるいは高CO₂濃度法を行い、さらに再び28日間の屋外暴露を行う。すなわち図2中の→→の順に屋外暴露→屋内暴露→屋外暴露を行う。ここでモルタル中の物質移動はフィックの拡散則に従うため、 $\sqrt{t}$ の時間軸に比例して物質は浸透する。したがって、直線との傾きは同等となる($\theta_1 = \theta_3$)。同様に、もしとの屋外暴露の間に

表1 屋内暴露試験と屋外暴露試験の比較

	屋内暴露試験	屋外暴露試験
メリット	劣化させる時間が短い。	劣化速度が実時間で把握できる。
デメリット	劣化速度が実時間でわからない。	劣化させる時間が長い。

表2 実験ケース

No	劣化因子	環境条件		暴露方法
		屋内	屋外	
1	塩害	●		通電法
2		●		低圧法
3		●	●	通電法(1日) + 屋外暴露A(28日)
4		●	●	低圧法(3日) + 屋外暴露A(28日)
5			●	屋外暴露A
6	中性化	●		高CO ₂ 濃度法
7		●	●	高CO ₂ 濃度法(7日) + 屋外暴露B(28日)
8			●	屋外暴露B

表3 暴露条件

暴露方法	暴露条件
通電法	温度20、電流15mA、3%塩水
低圧法	温度20、圧力-0.08MPa、3%塩水
高CO ₂ 濃度法	温度30、湿度60%、二酸化炭素濃度5%
屋外暴露A	学内にて暴露、毎日3%塩水を3.53kg/m ² 散布
屋外暴露B	学内にて暴露

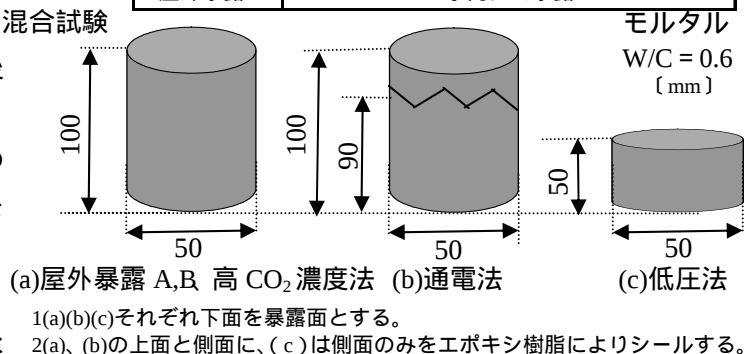


図1 供試体概要

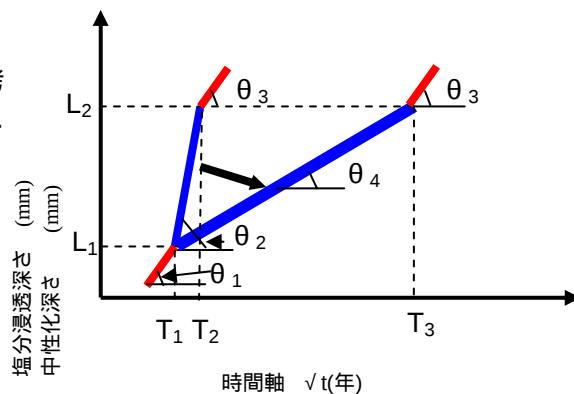
キーワード：塩害、中性化、促進倍率、屋内暴露試験、屋外暴露試験、時間スケール換算

連絡先：〒921-8501 石川県石川郡野々市町扇ヶ丘 7-1 Tel 076-248-1305 Fax 076-294-6713

においても屋外暴露を行っていれば、直線 が得られるはずであり、直線 の傾き(θ_4)は直線 や の傾き(θ_1 、 θ_3)と同等となると考えられる。よって本研究では、屋内暴露と屋外暴露の時間スケールを次式により換算した。

$$\theta_4 = \frac{\theta_1 + \theta_3}{2} = \frac{L_2 - L_1}{T_3 - T_1}$$

$$\therefore T_3 = T_1 + \frac{2(L_2 - L_1)}{\theta_1 + \theta_3} \cdots (1)$$



屋外暴露 28 日間の結果(i 回目)
 屋内暴露の結果(各促進方法)
 屋外暴露 28 日間の結果(i+1 回目)
 換算後の屋内暴露の結果

図2 屋外暴露の換算方法

3.2 試験結果

試験結果を図3に示す。これらによれば、各混合試験の換算結果が、屋外暴露のプロットと重なることがわかる。このことから、本方法により、屋内暴露試験の時間スケールを、屋外暴露試験の時間スケールに換算できることが確認された。

グラフ内の番号は、表2に示す

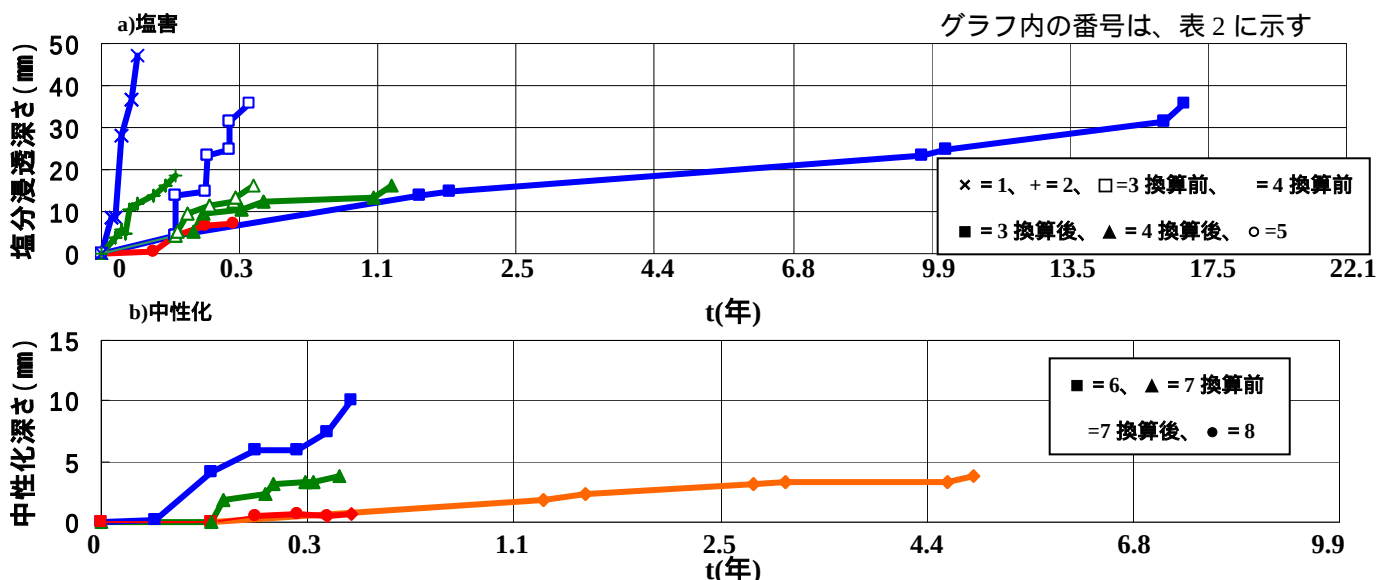


図3 試験結果

4 促進倍率の比較

次式に示すとおり、各屋内試験の浸透速度と、混合試験の換算後の結果も含む屋外試験の浸透速度を比較し、促進倍率 d を算定した。算定結果を表4に示す。

$$d = \frac{\theta_2}{\theta_1} = \frac{\theta_2}{\theta_4} = \frac{\theta_2}{\theta_3} \cdots (2)$$

表4 促進倍率

劣化因子	促進方法	促進倍率
塩害	通電法	約35倍
	低圧法	約10倍
中性化	高CO ₂ 濃度法	約10倍

したがって、屋内暴露(通電法)の約100日間の屋外暴露の約10年間に相当する。すなわち、例えば、図3a)からもわかるように、約10年間屋外暴露を続けると、塩分浸透深さが約22mmと予測できる。ただし、通電法は促進時間が大幅に短縮できるが、換算すると1区間が長くなり、詳細なデータを得るために低圧法も必要と考えられる。

5 まとめ

屋内暴露と屋外暴露の時間スケールを換算する方法を提案・検証でき、各屋内試験の促進倍率を評価できた。

【参考文献】1)大即信明・平山周一・宮里心一・横関康祐：モルタルからのCa溶出およびそれに伴う変質の長期予測に関する基礎的研究，土木学会論文集，№634/V-45，pp.293～302(1999.11)