

(V - 9) 凍結融解作用によるコンクリートの劣化とヒスタリシス現象に関する研究

浅野工専 正会員 加藤 直 樹

防衛大 正会員 加藤 清 志・日大生産工 正会員 河 合 紘 茲

1. まえがき

コンクリート構造物の耐久性向上は重要な課題の一つとして、種々研究されている。加藤ら^{1), 2)}はすでに基本的にはコンクリートへの水の浸透遮断が耐久性向上に最重要であるという現象論的コンセプトに基づき、乾湿潤作用および凍結融解作用について実験検証した。本報においては、コンクリートの水セメント比、含水状態と外部からの水の影響を考慮し、凍結融解作用による表面劣化の基本メカニズムおよび表面損傷の動態現象を定量評価した。

2. 実験方法

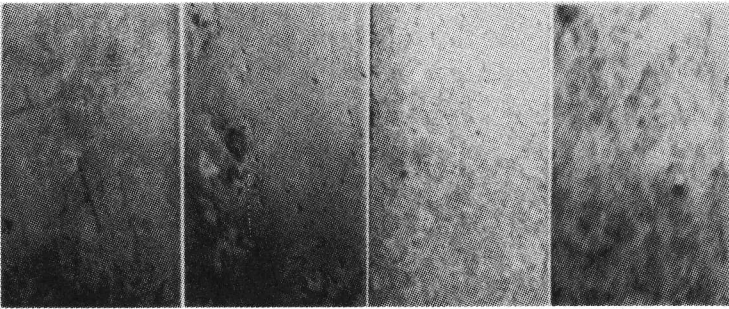
表1 コンクリートの示方配合

(1)供試体と配合条件 供試体は、JIS A 6204付属書 2 に準拠し、100×100×400mmの角柱で、標準養生を行い、材齢14日で凍結融解作用に暴露した。示方配合を表1に示す。強度は20～50N/mm²であった。乾燥供試体は水中養生後、100℃で2時間定温乾燥器で炉乾燥し、その後室温に自然降下させて使用した。

Kinds	Slump (cm)	Air (%)	Sand Percent- age s/a(%)	Water Cement Ratio W/C(%)	Unit Content(kg/m ³)			
					Water W	Cement C	Aggregate	
							Fine S	Coarse G
A	5	1.5	37	40	184	460	603	1085
B	5	1.5	41	60	184	307	719	1092

(2)凍結融解装置 1層式、空冷・温水融解方法で、+5℃～-18℃を2.5hr/Cで繰返される。

(3)実験手順 乾燥および湿潤供試体ともに 同時に凍結融解作用を与え、50サイクルごとに供試体重量および 一次共振周波数を測定した。



3. 実験結果と考察

(1)表面劣化と重量変化 図1
(a)・(b)に300サイクルまでに損

図1 コンクリートの表面損傷状況

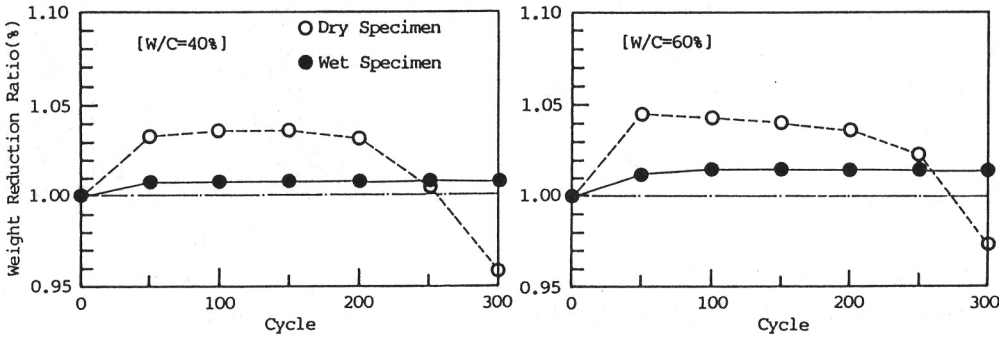


図2 重量変化と凍結融解サイクル数との関係

傷した表面劣化の状況を示す。図2は重量変化の動態を示す。水セメント比40%, 60%ともに、50サイクルに向い重量増大が発現している。とくに、乾燥供試体ほど、また、水セメント比の大きいほどその増加率は大きい。この事実は、乾燥供試体はキャピラリー水やゲル水が脱水し、内部間隙が多くなるため水の出入りが激しく、湿潤供試体よりも重量変化が大きいことを意味する。表面劣化と重量減少とはよく対応している。

(2)動弾性係数変化の態様 図3に動弾性係数変化の状況を示す。全般的にサイクル数の増加に伴って動弾性係数は低下し、コンクリートの構造組織の劣化の増大が推察される。また、初期の段階で動弾性係数の増大現象が、本実験のみでなく他の研究でも散見されるが、この現象は解明されていない。

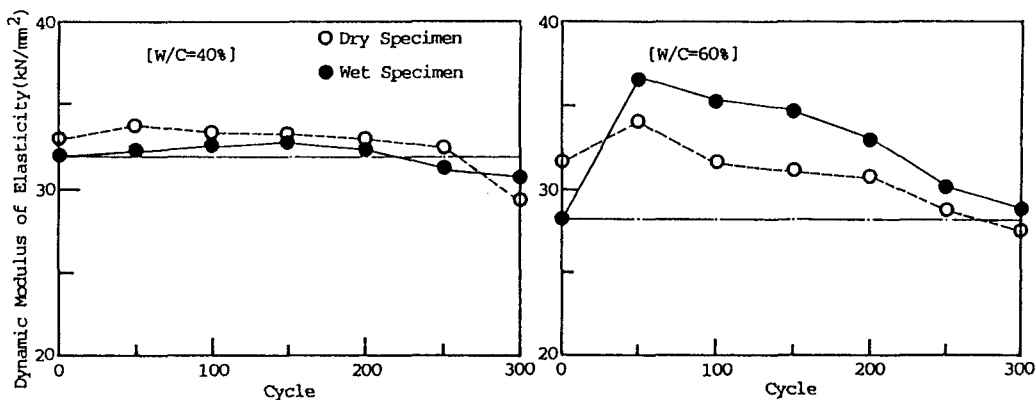


図3 動弾性係数変化と凍結融解サイクル数との関係

動弾性係数は式①で与えられる。

$$E_D = 408 \times 10^{-5} \cdot L/A \cdot W \cdot f_1^2 \dots \textcircled{1}$$

要因増分に伴う動弾性係数変化率は近似的に式②で与えられる。

$$\delta E_D / E_D \approx \delta W / W + 2 \delta f_1 / f_1 \dots \textcircled{2}$$

また、 $\delta W / W (\equiv X)$ と $\delta f_1 / f_1$ の関係は例えば、[乾燥]W/C=60%の場合： $\delta f_1 / f_1 = 1.007 - 7.97 \times 10^{-4} X + 1.60 \times 10^{-6} X^2 \dots \textcircled{3}$

よって、重量変化率(検出しやすい)と動弾性係数変化率 E_D / E_{D0} との関係は式④で与えられる。

$$E_D / E_{D0} = 1.000 + 2.546X - 68.74X^2 \dots \textcircled{4}$$

図4は両要因の関係を示し、ヒスタリシス現象を示すことがわかった。

[謝辞]ワープロは、防大 治郎丸事務官の尽力によった。

[参考文献]1)加藤清志ら、セ技年報41(1987), pp. 359-362. 2)Kato, K. et al., Proc. 38th Japan. Cong. Mat. Res. (1995), PP. 250-255.

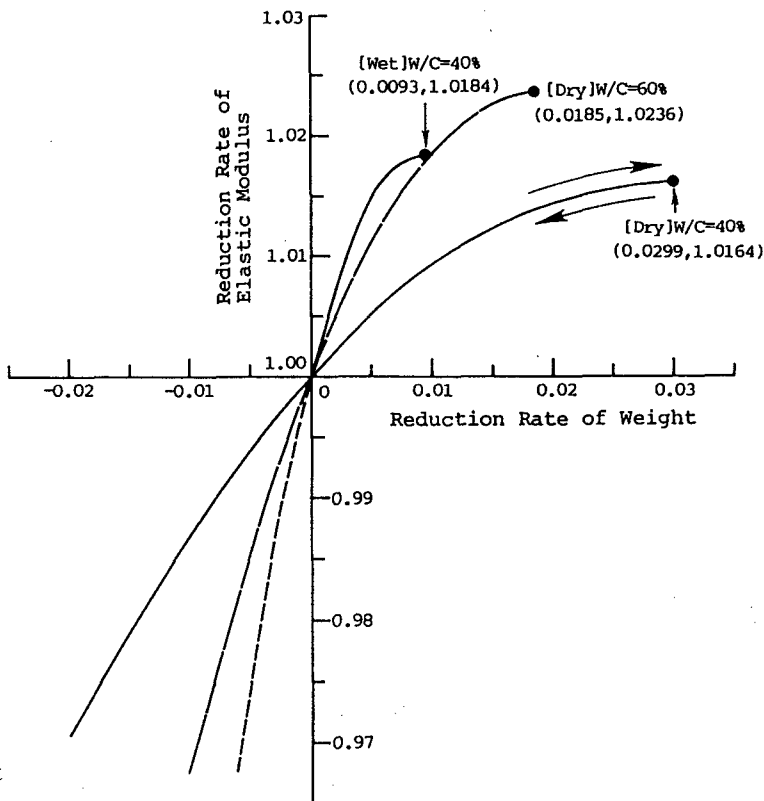


図4 動弾性係数変化率と重量変化率との関係