

高温の湿潤・乾燥繰返しによるコンクリートの物性変化に関する基礎的研究

千葉工業大学 学生会員 ○吉本 綾子
 千葉工業大学 准教授 正会員 森 弥広

1. はじめに

コンクリート構造物の熱的劣化に注目すると、火災において代表されるような 1000℃程度の高温を 30 分～3 時間程度の短時間で受けた場合、セメントペーストは各種水和生成物中から脱水することで大きな乾燥収縮が生じ、骨材は結晶構造が変わり膨張するため両者の界面に複雑な内部応力が発生することが明らかにされている。このようにコンクリートが短時間で高温に暴露される場合のメカニズムは従来から多くの研究結果が発表されている。しかし高濃度の炭酸ガス (CO₂) が大きく関与せず、100℃程度の高温乾湿を長時間繰返し受けたコンクリートのメカニズムに関しては十分に解明されていない。

そこで本研究では、高温状況において湿潤および乾燥状態が長時間繰返されたコンクリートにどのような物性の変化が見られるか検討する。

2. 実験概要

2.1 使用材料および配合

セメントは普通ポルトランドセメント (密度: 3.14g/cm³)、細骨材に千葉県君津市法木産山砂 (表乾密度: 2.63g/cm³)、粗骨材には栃木県佐野市葛生産砂岩 (表乾密度: 2.64g/cm³, 最大寸法 20mm) を使用した。

水セメント比は 45%, 55%, 65% とし、目標スランプを 8cm±2.5cm, 目標空気量を 6%±1.5% とした。表-1 にコンクリートの配合を示す。

表-1 コンクリートの配合表

W/C (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m ³)				Sl (cm)	Air (%)
		W	C	S	G		
45	41.9	160	356	733	1023	6.8	4.9
55	43.9	163	297	787	1011	7.6	5.4
65	45.9	166	256	835	990	7.4	5.8

2.2 供試体および実験条件

供試体両端面にゲージプラグを埋設した状態の角柱供試体について、8×10×40cm を各条件 1 本ずつ作製する。

水温 20±2℃の水中養生を材齢 14 日まで行った後、簡易オートクレーブおよび乾燥機で 105±5℃の高温

湿潤および乾燥状態に 5 日間ずつ交互に暴露する。高温湿潤と乾燥の切換え毎に供試体を自然冷却と、その後各種試験を 2 日間で行う。計 14 日間を 1 サイクルとして繰返し暴露する。

2.3 試験項目

以下の試験について、20±2℃の恒温室において測定を行う。

- (1) 長さ変化試験
- (2) 質量変化試験
- (3) 共鳴振動数試験

JIS A 1127『共鳴振動によるコンクリートの動弾性係数、動せん断弾性係数及び動ポアソン比試験方法』に準じ振動数が可変の駆動回路、ピックアップ回路及び支持台で構成された装置を用いてたわみ振動の一次共鳴振動数を測定し、相対動弾性係数を算出する。

- (4) 超音波伝搬速度試験

発振子、受振子及び本体で構成された測定器を用いて対称法による超音波の伝搬時間を測定し、伝搬速度および次式により伝搬速度比を算出する。

$$\text{伝搬速度比 (\%)} = \frac{V_n^2}{V_0^2} \quad (1)$$

ここで、V₀ および V_n は基準時および時点 n における超音波の伝搬速度 (km/s) である。

3. 結果及び考察

高温の湿潤・乾燥繰返しを 5 サイクル終えた時点における測定結果を、水セメント比と湿潤・乾燥の条件ごとに図に示す。

図-1 に長さ変化率を示す。水セメント比が大きいほど長さ変化率が小さいことがわかる。乾湿の繰返しによる明確な傾向はみられない。しかし、各配合条件のコンクリートでウェットスクリーニングを行い、最大骨材寸法を 10mm とした 4×4×16cm の供試体について示す図-2 では、サイクル数を重ねるにつれて膨張する傾向がみられる。これは、ウェットスクリーニングを行った供試体はセメント硬化体の割合が多いためと考えられる。丸安らの研究⁴⁾によれば、常温における乾湿の繰返しでコンクリートは次第に膨張する傾向にあるとされている。

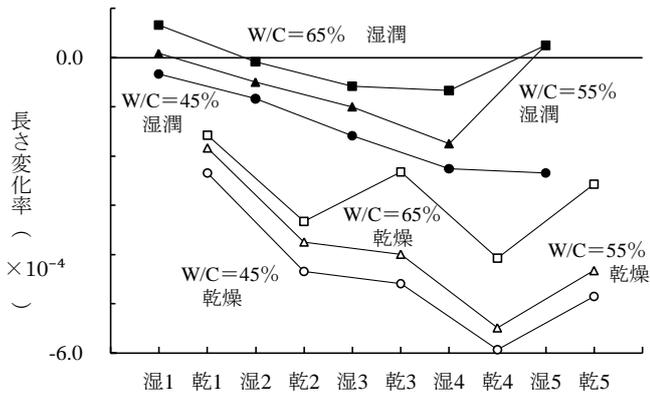


図-1 湿潤・乾燥繰返しによるコンクリートの長さ変化率

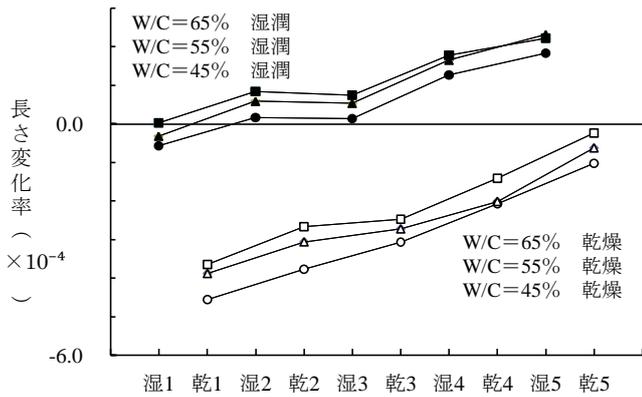


図-2 湿潤・乾燥繰返しによるコンクリートの長さ変化率

図-3 に質量変化率を示す。この図より、水セメント比が大きいほど質量変化率が大きいことがわかる。また、いずれの水セメント比においてもサイクル数による変化はみられない。しかし乾燥と湿潤による変化率の違いについては、湿潤時に質量が増大する。これは、水中養生が材齢 14 日までしか行われていないため、乾燥によって中断されていた水和反応が湿潤時に再開しているものと考えられる。

図-4 に相対動弾性係数を示す。水セメント比が大きいほど、相対動弾性係数は小さくなる。乾燥時のサイクル数による変動はいずれの水セメント比においても、長さ変化率の乾燥時と似た傾向がみられる。これらは乾燥により自由水および結晶水の一部が脱水されることで生じたセメントペースト部分と骨材の体積変化率の差異による不均一な収縮が関連しているものと考えられる。

図-5 に伝搬速度比を示す。水セメント比が大きいほど、伝搬速度比は小さくなる。湿潤および乾燥のどちらにおいてもサイクル数による大きな変動はみられないが、乾湿によって明確な差がみられた。

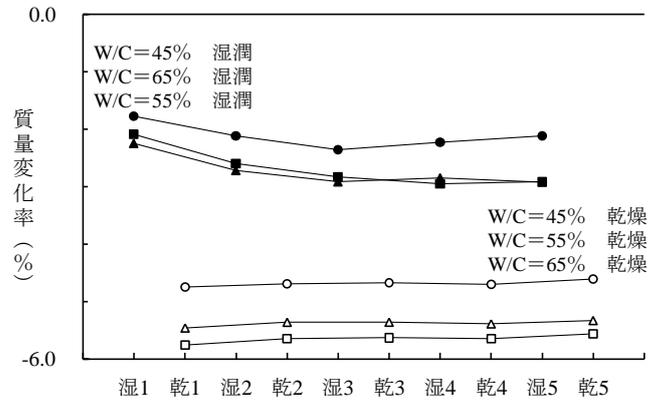


図-3 湿潤・乾燥繰返しによるコンクリートの質量変化率

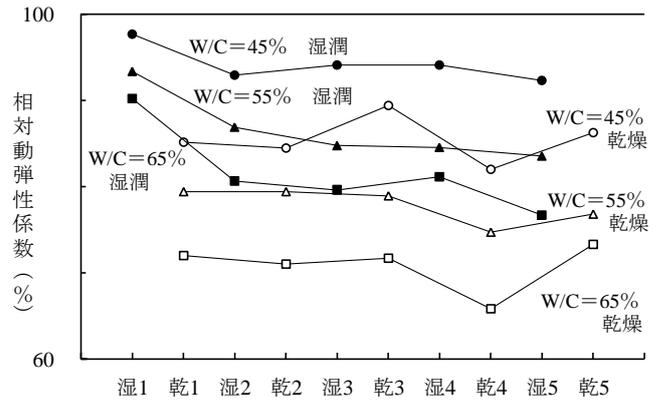


図-4 湿潤・乾燥繰返しによるコンクリートの相対動弾性係数

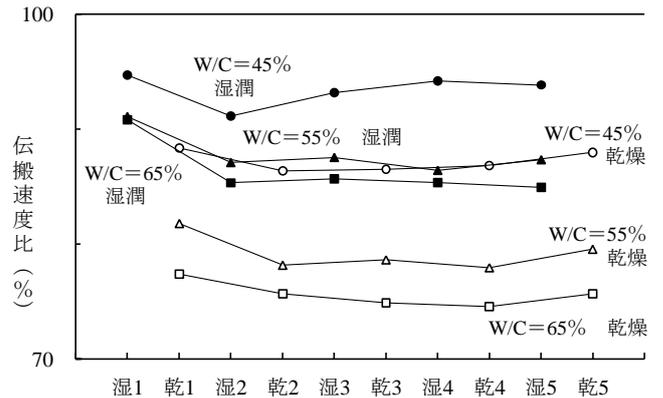


図-5 湿潤・乾燥繰返しによるコンクリートの伝搬速度比

4. まとめ

本研究では高温状況において湿潤および乾燥状態を繰返したコンクリートの物性変化について各種試験の結果より検討を行った結果、5 サイクル (10 週間) の時点では温度履歴を要因とする著しい傾向の変化はみられなかったといえる。

参考文献

1) 丸安隆和, 小林一輔, 阪本好史: 高炉セメントコンクリートの研究, コンクリート・ライブラリー第 25 号, pp31-37, 1970