

(V-7) 高温履歴を受けたコンクリートの物性変動に関する基礎的研究

防衛大学校 学生会員 志道 桂太郎 同 左 近藤 久貴
防衛大学校 正会員 加藤 清志 浅野工専 正会員 加藤 直樹

1. まえがき

コンクリートは土木、建築の分野において主要な材料として、必要不可欠なものである。土木技術の発展とともに、コンクリート構造物が多様化し、それに伴う構造材料としての物性および構造材料としての力学的特性に関する研究が行われてきた。特殊環境下でのコンクリート構造物に関しても同様に、近年では、煙突、工業炉、金属精錬工場、原子炉遮蔽壁、原子炉格納容器、海水淡水化装置など、高温条件下に曝されるものが増えてきた。このため、これらのコンクリート構造物における温度制限値の設定ならびに合理的な設計を行うための指針の提案が必要になってきた。

2. 目 的

本研究では、温度履歴が強度・質量に与える影響、温度勾配と強度・動弾性係数・質量低下との関係、応力波係数による物性値変動等、それらを動ヤング率測定器およびAE/ultrasonic法（応力波係数法：以下A uと略記）を用いて評価することを目的とした。

3. 実験方法

3. 1 供試体作製

型枠は $10 \times 10 \times 42$ cmを使用し、配合比1:1:2 (AE), 1:1:2 (nonAE), 1:3:6 (nonAE), 1:2:4 (nonAE)の4種類として、供試体は各配合6本とし、表1に示す示方配合で作製した。

表1 示方配合（普通ポルトランドセメント、粗骨材の最大寸法10 mm、エステル系混和剤）

配合比	スランブ (cm)	空気量 (%)	水セメント比 (%)	細骨材率 (%)	単位量 (kg/m ³)				
					水	セメント	細骨材	粗骨材	AEA
1:1:2	15(15.1 ~17.0)	0.5 ~1.0	42.0	33.0	217	523	523	1046	1.58
1:1:2	15(15.1 ~17.0)	1.0 ~1.5	41.5	33.0	217	523	523	1046	—
1:3:6	15(15.0 ~16.0)	0 ~1.0	87.0	33.0	188	216	649	1298	—
1:2:4	15(14.0 ~16.8)	0.5 ~1.5	59.0	33.0	182	309	618	1236	—

3. 2 試験方法

熱風循環式の電気炉を使用し、標準養生後の供試体を用いて、常温25℃から炉内温度350℃まで加熱する。具体的には次の手法によった。

- (1) 傾斜時間を1, 2, 3, 4時間とし、加熱後、常温になるまで炉内に放置した。
- (2) 傾斜時間を4時間とし、加熱後、炉内温度350℃を1, 2時間持続させ、常温になるまで炉内に静置した。



写真：加熱装置

キーワード：温度履歴、物性、動弾性係数、強度変化、ポアソン比、アコースティックエミッション
〒239横須賀市走水1-10-20防衛大学校312pt TEL 0468-46-3453

3. 実験結果

表2 配合別測定結果 (傾斜時間1, 2, 3, 4時間)

配合比	傾斜時間 (時間)	重 量 (kg)	質量減少率	動弾性係数 (kgf/cm ²)	Au
1:1:2 (AE)	0	9.59	0	3.56×10	—
	1	9.04	0.05	2.47×10	504
	2	8.93	0.06	2.33×10	503
	3	8.86	0.07	2.19×10	465
	4	8.93	0.07	2.06×10	505
1:1:2	0	10.11	0	4.25×10	—
	1	9.58	0.05	3.00×10	504
	2	9.49	0.06	2.68×10	506
	3	9.38	0.07	2.66×10	487
	4	9.42	0.07	2.43×10	505
1:3:6	0	9.69	0	3.33×10	—
	1	9.13	0.06	2.00×10	504
	2	9.61	0.01	1.99×10	505
	3	9.06	0.06	1.55×10	362
	4	9.07	0.06	1.59×10	506
1:2:4	0	10.30	0	4.15×10	—
	1	9.76	0.05	2.75×10	499
	2	9.10	0.12	2.69×10	506
	3	9.60	0.07	2.54×10	392
	4	9.57	0.06	2.43×10	506

表3 配合別測定結果 (傾斜時間4時間後, 持続時間1, 2時間)

配合比	持続時間 (時間)	重 量 (kg)	質量減少率	動弾性係数 (kgf/cm ²)	Au
1:1:2 (AE)	1	8.91	0.08	1.75×10	496
	2	8.93	0.08	1.68×10	478
1:1:2	1	9.16	0.08	1.98×10	489
	2	9.19	0.08	1.90×10	482
1:3:6	1	9.07	0.07	1.32×10	473
	2	9.09	0.07	1.32×10	486
1:2:4	1	9.47	0.07	2.15×10	499
	2	9.49	0.07	2.10×10	487

4. 考 察

(1) 動弾性係数の変動より, 内部損傷と傾斜時間の関係については, 配合に関係なく傾斜時間に比例して損傷が進む。とくに, 傾斜時間1時間で30~40%程度損傷が進み, 傾斜時間2~4時間については, 一定の勾配で緩やかに損傷が進んだ。また, 傾斜時間4時間より10%程度損傷が進むが, 以降は安定した。

(2) Auの変動より, 表面損傷と傾斜時間の関係については, 高温履歴を受けた後の方が, 多少ひび割れが出現しているものの, 安定しているという結果が出た。これは, コンクリート中のゲル水・ゲルアボが逸脱し, 表面組織が緻密化し, 応力波係数が安定したと言える。

(3) 重量変化と傾斜時間との関係については, 傾斜時間に比例してより大きな質量減少を示した。

(4) 全般的傾向として, 本実験の範囲で, 急速温度上昇より, 緩温度勾配の方が, コンクリート内部組織へのダメージは大きいことが分かった。