

## 高強度コンクリートの高温加熱時の圧縮強度と透気係数

愛媛大学 非会員 中野魁

愛媛大学 正会員 奥野宙 非会員 Dewi Ardita Nurarta 正会員 氏家勲

### 1. はじめに

鉄筋コンクリートはダムや橋梁、道路などの主要材料として広く用いられている。その中でも高強度コンクリートは水セメント比を低くしているため、普通コンクリートに比べて、耐久性や強度に優れている。しかし、コンクリートは高温に晒されると強度低下することが一般的に知られている。その中でも高強度コンクリートは短期間高温下にさらされた際、急激な熱膨張による剥落や爆裂などが懸念される。このため、高温加熱を受けた高強度コンクリートの性質を知ることは重要であるが、この研究は十分に行われていない。このような背景から、本研究では、普通コンクリートと高強度コンクリートの圧縮強度試験を行い、強度低下の比較を行うとともに、高強度コンクリートの透気試験を行い、加熱温度による物質移動抵抗性の検討を行った。

### 2. 実験概要

#### (1) 配合

表 1 は高強度コンクリートと普通コンクリートの配合表を示す。

表 1 配合表

配合	単位量 (kg/m <sup>3</sup> )						単位量 (g)		
	W	C	FA	細骨材		粗骨材		混和剤	
				S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	G1	G2	AE減水剤	減水剤
高強度	175	185	—	138	138	324	—	1850	
普通	175	111	—	155	155	364	—	888	222

#### (2) 実験方法

表 1 のような配合で供試体寸法が  $\phi 100 \times 200\text{mm}$ (円柱)と  $15 \times 15 \times 12\text{mm}$ (立方体)の供試体を作り、この供試体をそれぞれ、電気炉を用いて、高強度コンクリートを爆裂させないような昇温速度 ( $1^\circ\text{C}/\text{min}$ ) で  $400^\circ\text{C}$ 、 $600^\circ\text{C}$ 、 $800^\circ\text{C}$ 、 $1000^\circ\text{C}$ まで加熱し、その温度を 2 時間保持し、その後、自然冷却により温度が常温まで下がったところで、圧縮強度試験と透気試験を行った。圧縮強度試験により、最大荷重およびひずみをコンプレッソメータで測定し、測定結果から応力-ひずみ曲線を求め、弾性係数 (圧縮強度の  $1/3$  応力時割線係数) を算出した。なお、圧縮試験、透気試験は加熱を行ってから 1 週間以内に行った。

### 3. 実験結果

表 2 は高強度コンクリート、普通コンクリートを、 $400^\circ\text{C}$ 、 $600^\circ\text{C}$ 、 $800^\circ\text{C}$ 、 $1000^\circ\text{C}$ で加熱した後の圧縮試験と加熱前後の質量変化、弾性係数の結果である。図 1、2、3 はそれぞれ、圧縮強度残存比、弾性係数残存比、透気係数をグラフで示したものである。なお、 $20^\circ\text{C}$ での圧縮強度、弾性係数を残存比 1 とする。図 1、2 には、日本建築学会「構造材料の耐火性ガイドブック 2017」で提案されている加熱冷却後の圧縮強度および弾性係数の残存比 (AIJ 提案値) を併せて示す。圧縮強度の低下は高強度コンクリート、普通コンクリートともに  $400^\circ\text{C}$ までは緩やかであるが、 $400^\circ\text{C}$ を超えたところで急激に低下した。また、圧縮強度残存比は高強度コンクリートと普通コンクリートで差が小さくほぼ同じであると考えられる。弾性係数残存比に関しても、高強度コンクリートと普通コンクリートではそれほど大きな差はみられなかった。AIJ 提案値と比較すると、圧縮強度および弾性係数ともに AIJ 提案値を上回っていることが確認できた。高温加熱していくことによって

高強度コンクリートの透気係数は増大していき、100℃から 600℃までは対数グラフ上で直線的に低下している。このことから、高温加熱することによるコンクリートの物質移動抵抗性の低下が確認できた。600℃を超えてからは試験機の測定範囲の問題も考えられるため、再度検討する必要がある。

表2 高強度コンクリートの結果

	温度(°C)	最大荷重(kN)	圧縮強度(Mpa)	before質量(g)	after質量(g)	質量残存比	圧縮強度残存比	弾性係数(kN/mm <sup>2</sup> )
高強度	20	611.33	77.88	3781.10	—	1.00	1.00	35.57
	400	574.97	73.24	3721.50	3510.90	0.94	0.94	20.94
	600	302.75	38.57	3739.20	3434.45	0.92	0.50	5.76
	800	159.00	20.25	3720.50	3351.70	0.90	0.26	2.75
	1000	56.50	7.20	3762.25	3170.15	0.84	0.09	1.39
普通	20	396.60	50.52	3756.00	—	1.00	1.00	31.63
	400	336.13	42.82	3749.03	3503.73	0.93	0.85	16.99
	600	216.13	27.53	3736.13	3435.27	0.92	0.55	5.02
	800	109.90	14.00	3745.47	3383.47	0.90	0.28	2.56
	1000	29.87	3.80	3752.60	3176.43	0.85	0.08	1.34

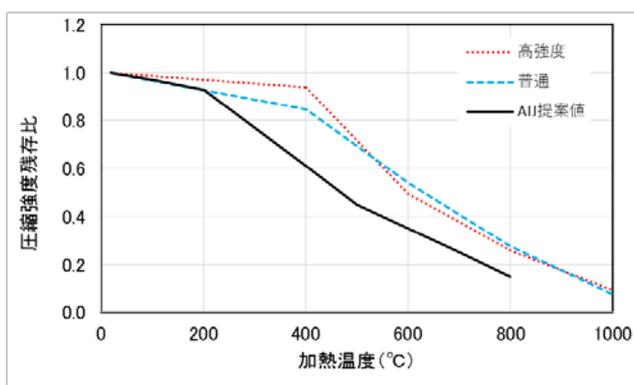


図1 圧縮強度残存比

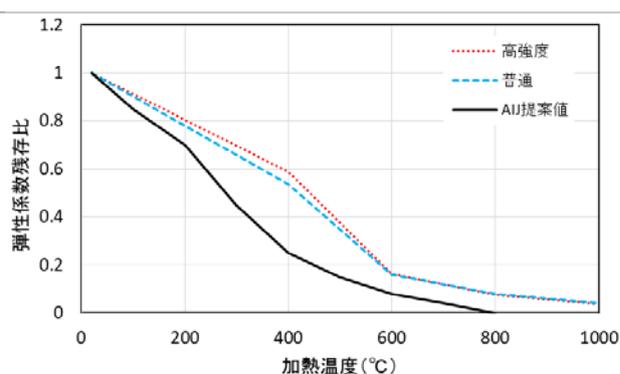


図2 弾性係数残存比

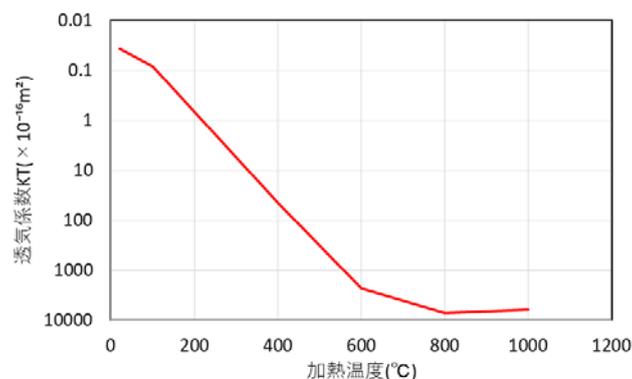


図3 透気係数残存比

#### 4. まとめ

圧縮強度は 400℃を超えてから急激に低下した。弾性係数は 20℃から 400℃の間でも低下率が大きい。400℃から 600℃では特に急激に低下している。本実験の結果から圧縮強度と弾性係数に関して、AIJ 提案値の妥当性が確認できた。また、透気係数は 100℃から 600℃までは対数グラフ上で直線的に低下している。600℃を超えてからは試験機の測定範囲の問題も考えられるため、再度検討する必要がある。

#### 5. 参考文献

高温加熱した高強度コンクリートの力学的性質に関する実験的研究 鈴木好幸、山田人司  
日本建築学会 構造材料の耐火性ガイドブック 2017