

大阪産業大学 正員 山路 文夫
正員 ○ 太田 充紀
正員 高見 新一

1. ま え が き

従来、誘電加熱方法をセメントモルタルの促進養生方法に適用することは養生温度の制御が難かしいこと、試料の体積変化が大きいことなどモルタルの物性に与える影響が問題点である。

筆者らは第36回、37回土木学会年次学術講演会において「セメントモルタルの誘電加熱に関する基礎的研究」の報告をしたが、本文は誘電加熱養生をしたセメントモルタルの材令約6時間および24時間の圧縮強さから4週材令の標準強さ(水セメント比65%、43%、 $20 \pm 2^\circ\text{C}$ 標準水中養生)を推定することである。

2. 実 験 概 要

2-1. 材料および実験計画

誘電加熱(市販の電子レンジ、表-1の特性)は高周波出力および指示温度保持の設定ができるものである。モルタルの強さ(4×4×16cm, 1材令3個, 作成方法は第Ⅱ報による)は実験計画(表-3)によって求めた結果から最適条件を考察する。また、誘電加熱によってモルタル強さを助長させるための混和材(表-2, 化学性状)を用いた。

実験のシリーズⅠは水セメント比65% JIS 標準モルタルの場合、シリーズⅡは水セメント比43%のモルタルの目標フロー値 190 ± 5 , の場合である。また、モルタルの強さと養生方法の相関関係は練り混ぜ方法にも影響が考えられるため JIS の機械練り方法と SEC 機械練り方法を用い、そのモルタルの4週強さの品質変動から誘電加熱方法の最適養生方法などの適正を考察する。

表-1. 電子レンジの仕様

電 源	電 源	单相100V
	周 波 数	60Hz 専用
高周波	消費電力	600W
	出 力	1160W
	周 波 数	2450MHz
加熱室有効寸法 (幅×奥行×高さ)		365×405 ×230mm

2-2. 実 験 結 果 と 考 察

(1) 誘電加熱方法の養生温度と4週圧縮強さ

誘電加熱の保持温度が高い積算温度の大きいものは初期材令の強さが大きい。しかし、加熱温度の高い(66°C)とき、圧縮強さの変動が大きい。

初期材令後の養生は標準水中養生を行なったために強さが漸次増加する。

材令4週強さは誘電加熱保持温度が低いとき、また水セメント比の小さいとき強さの増加率が大きい。

誘電加熱方法の養生温度の相異による圧縮強さは、積算温度の相関関係として、それぞれ表-4に示した。

4週強さの品質がすぐれた誘電加熱方法の養生保持温度

表-2. 0社 混和材の化学性状 (%)

Ig-loss	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	SO ₃
5以下	6~17	5以下	2以下	31~41	43~53

表-3. 実 験 計 画

シ-ズ	要 因	水 準	備 考
I	配 合 C:S=1:2 W/C=65% 混和材(%) 前養生時間(h)・温度($^\circ\text{C}$)	一 定 一定(フロー 240) 一定(C×7) 標準($20 \pm 2^\circ\text{C}$ 空中) 3・66	C=普通セメント S=相馬：豊浦 標準砂 = 2 : 1 JIS機械練り
II	配 合 C:S=1:2 W/C=43% 混和材(%) 前養生時間(h)・温度($^\circ\text{C}$)	一 定 一定(フロー 190) 一定(C×7, フロー 200) 2・20, 43, 54 3・66	SEC機械練り 標準養生 - JIS機械練り を併用

条件は 43°C のとき圧縮強さと積算温度の対数は直線関係で表わすことができる。また、練り混ぜ方法の相違は強さとの間に大差がみられない。

表—4. 試験結果表

密度：脱型直後の値

シリーズ		水 準								圧縮強さ(kgf/cm ²)			標準偏差(kgf/cm ²)			変動係数(%)			$\sigma = A \log M + B$		$\sigma = 100$ (Kgf/cm ²)		密度 (g/cm ³)			
		機械練り	フロー	水セメント比 (%)	混和材料 (%)	前養生 (h)	養生温度 (°C)	加熱養生 (h)	初期材令 (h)	初期強さ	1 日	3 日	28 日	初期強さ	1 日	3 日	28 日	初期強さ	1 日	3 日	28 日	A		B	M(°ch) ×10 ³	(h)
I	JIS	240	65	—	—	20	—	—	—	53	173	421	—	0.9	3.5	5.1	—	1.7	2.0	1.2	255	89	1.11	37.0	2.15	
				—	3	66	3.0	318	60	120	179	308	3.1	3.0	5.0	4.0	5.2	2.5	2.8	1.3	137	129	0.62	10.0	2.18	
II	JIS	190	43	—	—	20	—	—	—	84	268	602	—	3.0	13.9	18.0	—	3.6	5.2	3.0	356	140	0.78	26.0	2.19	
		200		CX7	—	—	—	—	—	101	275	660	—	3.1	11.1	25.1	—	3.1	4.0	3.8	388	152	0.74	24.7	2.19	
		190		—	—	20	—	—	—	83	265	600	—	1.0	15.6	26.4	—	1.2	5.9	4.4	356	139	0.78	26.0	2.19	
		200		CX7	—	—	—	—	—	109	280	680	—	2.8	8.7	30.6	—	2.6	3.1	4.5	397	158	0.72	24.0	2.19	
	SEC	190		—	—	—	—	—	99	218	—	565	2.7	14.0	—	23.2	2.7	6.4	—	4.1	244	245	0.26	5.8	2.20	
		200		CX7	2	43	3.5	246	128	259	—	626	6.1	16.8	—	18.2	4.8	6.5	—	2.9	260	286	0.19	4.5	2.19	
		190		—	—	—	—	—	106	213	—	480	4.0	10.7	—	29.3	3.8	5.0	—	6.1	195	227	0.23	4.7	2.19	
		200		CX7	2	54	2.9	246	183	275	—	630	7.9	12.1	—	36.5	4.3	4.4	—	5.8	238	314	0.13	3.1	2.20	
		190		—	—	—	—	—	143	173	—	407	6.3	6.9	—	28.1	4.4	4.0	—	6.9	159	195	0.25	5.1	2.14	
		200		CX7	3	66	4.0	394	199	235	—	550	14.5	20.0	—	34.1	7.3	8.5	—	6.2	213	267	0.16	3.9	2.18	

配合 C:S=1:2. M:各材令のマチュリティー (°ch) × 10³, 初期材令以降の養生は標準水中養生 (20±2°C)

(2) 誘電加熱方法と混和材の影響.

(イ) 誘電加熱方法に用いる混和材の最適使用量 (66°Cの場合). この混和材 (常圧蒸気養生等に使用されるもので、セメント中のC₃A, C₄AFなどアルミニウム相と反応してエトリンガイトを生成し、蒸気養生中にその反応を完結させるもの) は誘電加熱方法の保持温度66°Cのとき2時間および4時間の場合、物理的、力学的性状について求めたものを図-1に示した. 図からは誘電加熱方法の保持温度66°C、2時間または4時間のとき最適使用量が考察できる.

初期材令と4週材令の場合、物理的な密度と力学的な圧縮強さは混和材を用いたとき相関関係を示しており、それぞれの値が大きくなったものは完全な水和が進行しているものと考え混和材の最適使用量として推定することができる. すなわち、本実験(ロ)項では混和材の使用量をセメント重量に対して7%の場合についてその結果を示した.

(ロ) 最適混和材を用いた誘電加熱方法の養生温度と4週圧縮強さ.

混和材を用いたモルタル強さは保持温度が54°C、66°Cのとき脱型直後の初期圧縮強さは大きいが密度の値は66°Cのときモルタルが脱水性状に起因して減少している. 材令4週強さの増加率は標準モルタル(水セメント比43%, 前養生2時間, 混和材なし)に比べ保持温度43°C、54°C、66°Cのとき111, 131, および141%がえられ、混和材による強さの助長がみられる. 材令4週強さの伸びは誘電加熱保持温度43°C、54°Cのとき好結果である. また同様に初期強さ増加率は129(43°C), 173(54°C), 146%(66°C)をえた.

この強さ増進率は誘電加熱保持温度43°Cのとき最大値(表-4. 係数A)のことから明確である.

3. あとがき

本実験結果から誘電加熱方法の最適養生温度43°Cの場合、JIS標準水中養生と比較して材令4週強さの強さ比率は95%を示し、その強さと積算温度の対数が直線関係である. また、初期材令246°C·h(注水後5.5h, 前養生2h, 加熱43°C)のとき約100kgf/cm²の強さがえられる. さらに混和材の使用は有効である.

図-1. 誘電加熱時間と混和材使用量の関係

