

大阪産業大学 正員 山路 文夫

正員 ○ 太田 充紀

1. ま え が き

従来セメント二次製品の促進養生方法に常圧蒸気養生が用いられている。この場合加熱エネルギーは表面から内部への熱伝導率によって所要の加熱時間が決まる。しかし誘電加熱方法は誘電物質の誘電損を利用した加熱方法であり、電界さえ一様であれば物質自身の分子運動によって発熱するため表面と内部の区別がなく一様に発熱し加えたエネルギーに比例して加熱できるといわれている。

したがって、セメントモルタルの初期養生に誘電加熱方法の適用を目的とした基礎的研究を行いその結果をえたので報告する。

2. 実験概要

2-1. 誘電加熱 誘電体のある電極板の間には印加電圧Vと電極板間距離dで決まる、ほぼ

$$E = \frac{V}{d} \quad (1)$$

一様な電界の強さEが発生する。電力損失は誘電体に物理的あるいは化学的

な変化に伴うエネルギーの吸収や発散を生じないならば、誘電体自身を発熱

させる加熱電力となる。高周波電力は電界の2乗に比例するため加えた高周波電力に比例して発熱昇温するといわれている。(図-1)

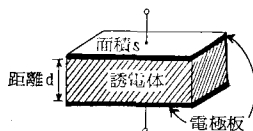


図-1 誘電加熱の原理

表-1 電子レンジの仕様

電 源	電 圧	単相100V
高周波数	60Hz専用	
消費電力	1160w	
出力	600w	
高周波	周・波 数	2450MHz
加熱室有効寸法	(幅X奥行X高さ)	365X405X230mm
外形寸法	(幅X奥行X高さ)	596X450X380mm

2-2. 電子レンジの特性 本研究に用いた電子レンジの特性(表-1)は、高周波出力および

加熱温度保持などが変化させるようコンピューターに組み込まれている。本器による誘電加熱特性は、試料容器φ10.5cmガラスピーカーに250cc(d=3cm)、500cc(d=6cm)、および750cc(d=9cm)の水および普通セメントのJIS・R5201モルタルの発熱昇温特性を求めた。図-2はJIS標準モルタル練り上り温度15℃の誘電体厚さd=3、6および9cmの場合、高周波出力240wを基準にした、480wおよび600wの発熱昇温特性を表わし、基準厚さ1cmの出力と昇温加熱時間との関係式(2)式を求め、また、

飲料水15℃の場合は(3)式で示した。

$$\text{JISモルタルの場合} \quad T(^{\circ}\text{C}) = 15.0 + 0.54(X/x) \frac{t}{d} \quad (2)$$

$$\text{水 の 場 合} \quad T(^{\circ}\text{C}) = 15.0 + 0.42(X/x) \frac{t}{d} \quad (3)$$

T=所要上昇温度(℃)、X=任意の高周波出力(w)、

x=240w、t=誘電加熱時間(秒)、d=誘電体厚さ(cm)

すなわち、飲料水に比べてJISモルタルは誘電加熱による発熱昇温が0.12だけ大きい誘電率であることを表わした。

2-3. 実験計画 本研究は電子レンジ(前出2-2)の特性を

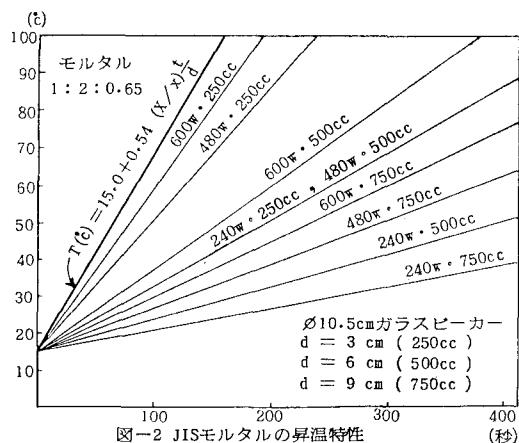


図-2 JISモルタルの昇温特性

利用して、標準JISモルタルの水中標準養生(20±2℃)を行なった各材令1日、3日、28日、

における強さを基準にした表-2の実験計画によって誘電加熱モルタルとの比較実験である。

誘電加熱したモルタルは図-3に示す水平方向拘束の井型の誘電加熱用型ワクを用い、前養生時間を60分および90分、高周波加熱温度保持は、43℃、60℃、82℃、および93℃と設定しその時の高周波出力は600w一定(本器の温度保持特性)で120分温度保持を行ない、その後モルタルは約120分の冷却を行ない注水後材令6時間の強さを求め標準養生の材令1日と比較する。誘電加熱したモルタルの材令3日および28日の供試体は冷却後水中標準養生を行ない標準JISモルタルの強さと比較し、最適加熱温度と前養生時間についての基礎的実験によって最適条件を考察する。

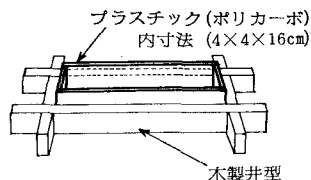


図-3 誘電加熱用型ワク

2-4. 実験結果および考察

(1) 加熱温度保持、 図-4はモルタルの圧縮強さと材令の関係を加熱温度保持に

ついて表わした。図-4(a) は標準JIS養生モルタルの材令1日の圧縮強さは約 $40\text{kg}/\text{cm}^2$ に比べて材令6時間 43°C の加熱温度保持時間以外のものは標準養生材令2日相当、温度保持が高いほど大きい強さを示した。長期標準養生材令28日の強さは約 $430\text{kg}/\text{cm}^2$ に対する比率は加熱温度保持 43°C で95%、 60°C で80%、 82°C で60%、および 93°C で50%と加熱温度保持

が高いほど強さが減少した。したがって加熱温度保持は 43°C 、 60°C が適当である。同様に標準JIS養生モルタルよりもW/Cの小さい(55%) およびW/Cの大きい(75%) の場合は、図-4(b)、(c) で表わした。モルタルのW/Cが小さいとき、初期および長期材令の強さは加熱温度保持の相異がモルタルのセメント水和反応に影響を与え、または図-2で求めたようにモルタルの誘電加熱昇温特性が優れているため加熱温度保持の差異がモルタルの体積変化(図-5)とモルタルの強さに表われた。W/Cが大きいとき図-4(c)は、相対的に強さが小さく表われ材令6時間のほかは長期材令では、加熱温度保持の影響が少なく強さの分散が小さく誘電加熱温度の高いものは強さは小さく表われた。

(2) 前養生時間、 一般に前養生時間は2~3時間が適当であるといわれている。本実験では実験計画上60分、90分の2通りについて前養生の比較を行なうことにした。前養生時間の相異は図-4(a)、(b)、(c)の水セメント比の相異にかかわらず前養生時間の長い90分のもが材令を問わず、大きい強さを表わした。すなわち前養生時間の長いものがよい結果を表わした。前養生時間はモルタルの沈降収縮やフリージングとも関係があり、セメントの水和反応が初期高温養生に影響を与えているものと考えるのでさらに長い前養生時間について実験を行い検討しなければならない。

3. まとめ

高周波誘電加熱をセメントモルタルに適用するため基礎的実験を行なった結果つぎの様に要約する。

(1) 誘電加熱温度保持を行なったモルタルは、注水後材令6時間で標準JISモルタルの材令1日以上強さを示し、温度保持が高いほど大きい。W/Cの小さいものは誘電率が優れるため温度保持の相異によって強さに分散がみられ、一方W/Cの大きいとき強さが小さく、温度保持の相異が少ない。長期材令の強さは誘電加熱温度が 43°C および 60°C のほかは標準JISモルタルの強さの80%以下を示した。

(2) 前養生時間は60分よりも90分のもが大きい強さをえた。今後、前養生時間を2~3時間、長時間のものについても検討したい。

(3) 促進養生方法に誘電加熱方法を用いセメントモルタルの強さについて最適条件を表わすと、注水後6時間材令では 60°C 前養生時間90分、材令3日、28日では高周波加熱温度保持は、 43°C 、 60°C 前養生時間は90分のもが適切な条件である。

今後は本実験を基礎にして、コンクリートへと実験計画を拡大して検討を加えたい。

表-2 実験計画

要 因	水 準
加熱温度保持($^\circ\text{C}$) (600W, 120分)	43, 60, 82, 93
前養生時間 (分)	60, 90
モルタルの W/C	55%, 65%, 75%
試 験 材 令	6時, 1日, 3日, 28日

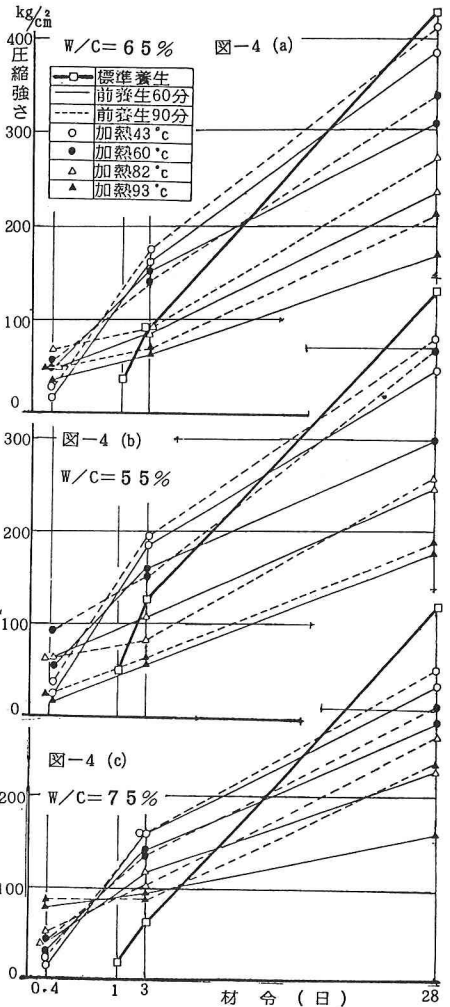


図-4 モルタルの材令と圧縮強さとの関係



図-5 供試体の側面 配合 1:2, W/C=0.65