

(55) 高周波誘電加熱法によるコンクリートの硬化促進について

日本大学工学部 正 員 前 田 稔
正 員 〇村 田 吉 晴
学 生 員 大 塚 紀 昭

1. まえがき

コンクリートの強度発現を促進して初期強度の増進を図るための特殊養生法には種々なものがあるが、そのうち高周波養生について検討してみたい。高周波養生でも高周波振動をセメント、骨材混合物に加えて、骨材と骨材との接触を高め、空隙を少なくし、混合をほとんど完全にすると、このアメリカのL.H.グブリー教授とE.ウィルス氏との共同研究による「シンタークリート」工法の如きものと、高周波加熱法によるものなどの方法が文献上見られる。後者の養生法は高周波数の強力な電磁場によりコンクリートをおいて加熱するもので、過去の研究としては1964年のRILEMの国際会議において報告された、トルゴボルフ氏のものがある(セメントコンクリート16271, 1969, 39頁)。この研究の詳細については直接の文献を拝見してはならないので明らかでないが、高周波養生の効果は特に軽量コンクリートにおいて顕著な点である。筆者等はいかねてからコンクリートの硬化促進問題について関心を抱いているところから、促進法の一つとして高周波誘電加熱法について種々検討する予定であるが、着手するとなつて準備不足の点も出て来たので、取り敢えず次の項目、即ち脱型後のモルタル供試体を高周波養生して標準養生の場合と比較する実験を行いその結果について報告する事とした。

2. 使用材料および配合

セメントは住友製普通ポルトランドセメントを使用、細骨材は豊浦標準砂を用い、配合は重量比でセメント：砂：水＝1：2：0.65とした。

3. 実験装置

高周波養生のために使用した装置はシグマ電子社に特注製作したもので、内容積は $40 \times 43 \times 73 \text{ cm}$ である。消費電力は弱(0.8kW)と強(1.4kW)の2種であり、高周波出力は消費電力弱の場合で400～650W、強の場合で850～1300Wとなっている。周波数は2450MHzである。

4. 試験方法

(1) 供試体……JIS R 5201のモルタル供試体成型用型枠中にモルタルをJIS規格通り打込み、24時間標準温度に養生したのを脱型した $40 \times 40 \times 160 \text{ mm}$ のものを用い、各々に次の条件で処置したものに引き分け強さおよび圧縮強さを求めた。

(2) 養生方法……高周波養生時間を1～7分とした。なお高周波養生の仕方および高周波加熱後所定の材令まで保存するのに次の三通りとした。

イ) 24時間経過後の脱型供試体に高周波加熱するのにはむき出しのまま行う。のち所定の材令まで室内に置く。

ロ) 同上供試体内部から水分が発散するのを防ぐためサランラップで包み高周波加熱したのち所定の材令まで室内に放置する。

ハ) 同上供試体を高周波加熱する事はロの通り行い、その後は所定の材令まで水中養生する。

(3) 供試体内部の温度測定

アルコール温度計を供試体中に埋め込んで供試体内部の温度を測定した。

5. 実験結果

(1) 24時間養生して脱型した供試体に高周波加熱養生し、それらを所定材令まで室温に放置して各種強度を求めた結果表-1の如き成績が得られた。

表-1

高周波加熱時間分	1日		3日		7日	
	曲げ		曲げ		曲げ	
	強度	圧縮	強度	圧縮	強度	圧縮
0標準養生	12.1	30.9	31.9	113.5	45.6	163.8
1分	12.5	34.0	37.1	108.2	46.5	172.2
2分	12.3	34.3	38.4	126.4	48.3	190.0
3分	13.6	37.4	39.1	122.3	48.5	195.8
4分	14.0	38.9	40.1	153.8	48.5	200.3
5分	17.3	46.9	38.5	148.3	46.7	193.1
6分	17.5	48.9	39.6	147.1	46.8	196.7
7分	17.6	50.7	39.2	147.2	47.2	198.3

(2) 24時間養生して脱型したのち高周波加熱養生に際して、各供試体から水分の発散するのを防ぐため供試体を各々サランラップで包み高周波加熱養生しそのまま所定枚令まで室温に放置して各種強度を求めた。表-2にその成績を示した。

表-2

高周波加熱時間分	3日		7日	
	曲げ		曲げ	
	強度	圧縮	強度	圧縮
0標準養生	32.1	103.2	43.8	173.0
1分	34.5	114.5	46.1	191.7
2分	35.8	123.9	48.8	200.8
3分	39.8	139.6	51.3	202.5
4分	41.3	146.7	56.0	213.5
5分	48.0	151.3	57.4	226.2
6分	48.4	187.1	59.0	230.7
7分	49.5	194.0	58.4	230.5

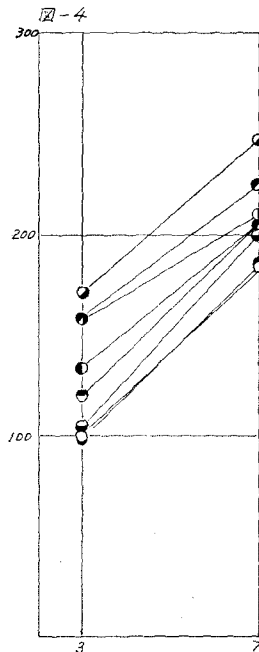
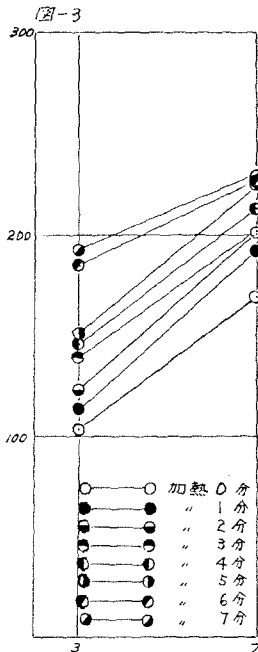
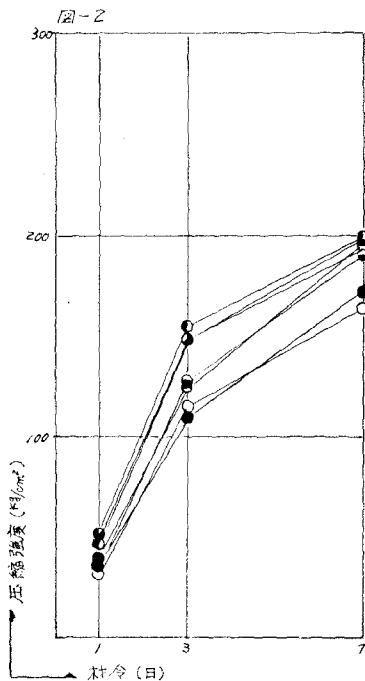
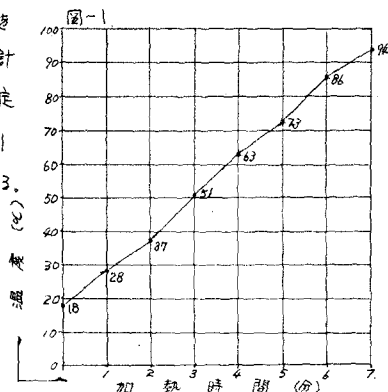
(3) 24時間養生後の脱型供試体を高周波加熱する場合、供試体中の水分発散を防ぐことは上記(2)の場合と同じであるが、高周波加熱養生後水中養生して所定の枚令にて強度を求めた結果表-3に示す。

表-3

高周波加熱時間分	3日		7日	
	曲げ		曲げ	
	強度	圧縮	強度	圧縮
0標準養生	30.7	100.9	42.7	182.5
1分	28.6	98.5	43.8	184.7
2分	31.8	105.4	48.4	199.5
3分	32.8	120.1	48.5	204.9
4分	37.4	134.3	50.0	205.0
5分	43.6	157.8	55.7	210.6
6分	45.8	159.0	57.7	224.6
7分	45.9	171.0	59.8	247.0

(4) 供試体温度測定結果

供試体内部温度をアルコール温度計を埋め込んで測定した結果は図-1に示す通りである。



6. 実験結果に対する考察

(1) 高周波電圧をセメントモルタル供試体に加えることにより供試体内部の温度上昇について。

セメントモルタル脱型供試体に高周波電圧を加えると発熱したが、その様子は消費電力0.8KW、高周波出力400Wの条件で通電して図-1に示した如く7分間で18℃から74℃までとなり、平均して約10℃/分の上昇となっている。温度上昇の状況については供試体の大きさと関係あるものと考えられるので、この点に關して種々検討する必要がある。

(2) 脱型供試体に裸のまま高周波加熱養生したのち、室内に所定材令まで放置した場合には、結果にバラツキが見られた。標準養生と比較すると表-4の如くなる。

(3) 脱型供試体の水分発散を防いで高周波加熱したのち室内で所定材令まで置いた場合には、高周波加熱時間1分〜7分の範囲では大体において加熱時間の長いほど強度増進が大である。(表-5および図-3参照)

(4) 脱型供試体を高周波加熱する場合、供試体中の水分発散を防ぐことは前記通りとし、加熱後水中養生して所定材令に達したとき、強度を求めた結果は表-3に示した通りであるが、これらの成績をもとにして前記同様、標準試験結果との強度比を示せば表-6の如くなり、養生方法口と同様高周波加熱時間1分〜7分の範囲では、大体において加熱時間の長いほど強度増進が大であった。(表-6および図-4参照)

表-4

強度比 加時 材令 間分	曲げ強度比			圧縮強度比		
	1日	3日	7日	1日	3日	7日
標準養生	1.21	31.9	45.6	30.9	113.5	163.8
0 分	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
1 分	1.03	1.16	1.03	1.10	0.95	1.05
2 分	1.02	1.20	1.06	1.11	1.11	1.16
3 分	1.12	1.23	1.06	1.21	1.08	1.20
4 分	1.16	1.26	1.06	1.26	1.36	1.22
5 分	1.43	1.21	1.02	1.52	1.31	1.18
6 分	1.45	1.24	1.03	1.58	1.30	1.20
7 分	1.45	1.22	1.04	1.64	1.30	1.21
平均	1.24	1.22	1.04	1.35	1.20	1.17

表-5

強度比 加時 材令 間分	曲げ強度比		圧縮強度比	
	3日	7日	3日	7日
標準養生	32.1	43.8	103.2	173.0
0 分	1.0	1.0	1.0	1.0
1 分	1.07	1.05	1.11	1.11
2 分	1.12	1.11	1.20	1.16
3 分	1.24	1.17	1.35	1.17
4 分	1.29	1.28	1.42	1.23
5 分	1.50	1.31	1.47	1.31
6 分	1.51	1.35	1.81	1.33
7 分	1.54	1.33	1.88	1.33
平均	1.32	1.23	1.46	1.23

表-6

強度比 加時 材令 間分	曲げ強度比		圧縮強度比	
	3日	7日	3日	7日
標準養生	30.7	42.7	100.9	162.5
0 分	1.0	1.0	1.0	1.0
1 分	0.93	1.03	0.98	1.01
2 分	1.04	1.13	1.04	1.07
3 分	1.07	1.14	1.19	1.12
4 分	1.22	1.17	1.33	1.12
5 分	1.42	1.30	1.56	1.15
6 分	1.49	1.35	1.68	1.23
7 分	1.50	1.40	1.69	1.35
平均	1.24	1.22	1.34	1.15

7. おまへ

コンクリートの養生に高周波誘電加熱法を採用するに當って、多少順序が違った感があるが、脱型可能状態となった短期材令のモルタル供試体についての実験を行った。

結果は報告した通り、高周波加熱時間1分〜7分の範囲にあつては、長時間処理ほど有効で、標準養生したものに比べて、材令3日の圧縮強度で最高8.8%、材令7日で3.5%増となった。

今後の課題としては、まず適当な型枠材採用による密封型コンクリートを対象とする実験をはじめとして多くの項目を予想しており、逐次検討するつもりである。

終りに本実験を遂げるに際して、種々御助言賜力を与えられた各位に深謝する次第であります。