

V-264

マイクロ波照射エネルギーとコンクリートの加熱・強度発現に関する基礎的研究

大林組技術研究所 正会員 平田 隆祥
 大林組技術研究所 正会員 十河 茂幸
 大林組技術研究所 正会員 相原 功

1. はじめに

マイクロ波は電磁波の性質に加えて、金属に当たると完全に反射する光に近い性質を持っており、戦時中に軍用レーダーとして用いられた。今日では、マイクロ波を誘電体に照射すると、その誘電体を内部から自己発熱させる特徴から、家庭用の電子レンジとして用いられている。また近年、マイクロ波の特徴を応用して、表-1に示すようなコンクリートの分野に利用する試みがなされるようになってきた。

本報告では、マイクロ波によるコンクリートの初期強度の促進を目的とし、マイクロ波照射エネルギーとコンクリートの発熱速度・強度発現速度の関係について、基礎的な実験を行った結果について述べる。

2. 実験概要

実験の概要を表-2に示す。実験Aは、マイクロ波を水、石灰石微粉末ペースト（石粉ペースト）、セメントペースト、コンクリートに照射し、マイクロ波照射エネルギーを入射電力量としてとらえ、各材料の温度上昇速度の検討を行った。

次に、実験Bでは、マイクロ波照射による入射電力量とコンクリートの初期強度の発現の関係について検討を行った。

実験に用いたマイクロ波発振装置の外観を写真-1に、装置の仕様を表-3に示す。また、実験に用いた4種類の材料を表-4に、コンクリートの配合を表-5に示す。

表-3 マイクロ波発振装置の仕様

マイクロ波出力	電力:0.1kw~1.2kw可変 周波数:2460±30MHz
入力電源	3相:200±10V 13A(MAX), 3.0kVA
加熱炉内寸法	W400×D400×H350 mm
装置本体寸法	W700×D750×H1585mm
使用環境	設置場所:屋内 相対湿度:90%RH以下

表-2 実験の概要

実験	検討項目	実験内容	試験体の形状・寸法
A	各種材料の発熱速度の把握	4種類の材料（表-3参照）に入射電力を0.10, 0.54, 1.20kwの3段階に変化させたマイクロ波を照射し、材料の温度上昇を3分間隔で測定した。	直径80mmのビーガーに500ccの試料を入れ、水分の逸散を防ぐため、上部をラップした。
B	マイクロ波照射による強度発現速度の把握	コンクリートに入射電力を0.04, 0.07, 0.10 kwの3段階に変化させたマイクロ波を照射し、コンクリートの初期強度と入射電力量の関係を計測した。	直径100mm、高さ200mmのプラスチックモールド使用。水分の逸散を防ぐため、上部をラップした。

表-4 加熱実験に用いた材料

水	水道水
石粉	W/Ls:50%
ペースト	Ls:ρ2.73, Blane 498m ² /kg
セメント	W/C:50% 普通ポルト使用
ペースト	C:ρ3.16, Blane 332m ² /kg
コンクリート	W/C:50% 普通ポルト使用 配合（表-5参照）

表-5 コンクリートの配合

Gmax	Air	W/C	S/a	単位量 (kg/m ³)
(mm)	(%)	(%)	(%)	W C S G Ad
20	4.5	55.0	47.0	162 300 849 975 3.0

Ad:リグニンスルホン酸系AE減水剤

表-1 マイクロ波のコンクリートへの主な応用分野

分類	応用項目	応用内容
①	含水率・水セメント比の早期判定	・マイクロ波過熱炉による乾燥分難法 ・マイクロ波吸収法
②	強度促進および促進養生	・プレキャストコンクリートの促進養生の実用化
③	強度・骨材量の早期判定	・報告例は少ない
④	硬コンクリートの非破壊検査	・圧縮強度の推定 ・構造物の非破壊検査レーダー
⑤	破 砕	・報告例は少ない ・コンクリート表層部の破砕除去

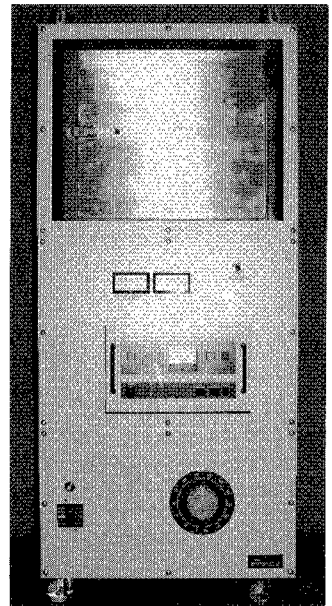


写真-1 マイクロ波発振装置の外観

3. 実験結果および考察

(1) 入射電力量と各材料の温度上昇速度

4種類の同一容量の試料に、入射電力の異なるマイクロ波を照射した場合の、温度上昇の経時変化を図-1に、その時の入射電力量を図-2に示す。

実験の結果、各試料の温度上昇速度は、セメントペースト<水<石灰石微粉末ペースト<コンクリートの順で大きくなった。この理由として、セメントペーストの比熱は水に比べ小さいが、水和に伴い各種イオンが発生し、セメントペーストの誘電特性である損失係数が小さくなったと考えられる。一方、コンクリートの場合も同様の結果が考えられるが、試料に含まれる水量が少ないため、温度上昇速度が大きくなったと考えられる。

次に、入射電力0.54kwと1.20kwを比較すると、温度上昇と入射電力量の関係は、各材料ともほぼ同様の傾向を示した。これは、各材料固有の熱伝達率以上の発熱があったと考えられる。

(2) マイクロ波照射による初期強度

発現と入射電力量

コンクリートに入射電力の異なるマイクロ波を照射した場合の初期強度の経時変化を図-3に、その時の入射電力量を図-4に示す。

コンクリートの初期強度は、図-3に示すようにマイクロ波の入射電力の大きい方が、短時間で大きな強度発現があった。尚、入射電力0.3kwでマイクロ波を30分照射すると、コンクリート中の水分が蒸気となって膨張し、極端に低い圧縮強度となった。従って、コンクリートのマイクロ波加熱による強度促進では、適切な温度上昇速度があると考えられる。

一方、図-4に示すように、単位容積当たりの入射電力量が0.1kwh/ℓの場合で比較すると、入射電力が小さい0.04kwの方が、0.10kwより大きな強度発現が得られた。また、入射電力0.10kwで、入射電力量が0.2kwh/ℓ以上になると圧縮強度は減少した。これは、マイクロ波の照射により、コンクリートの水和に必要な水分が逸散したことが考えられる。

4. まとめ

実験の結果、マイクロ波加熱により、コンクリートの初期強度の促進が可能だが、入射エネルギー量（入射電力量）には効率の良い適切な値があり、過大となると強度は減少すると考えられる。また、コンクリートのマイクロ波の加熱では、コンクリート中の水分逸散の影響を考慮する必要があると考えられる。

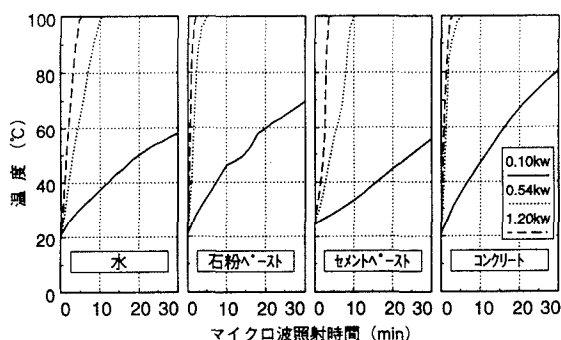


図-1 マイクロ波照射による温度上昇の経時変化

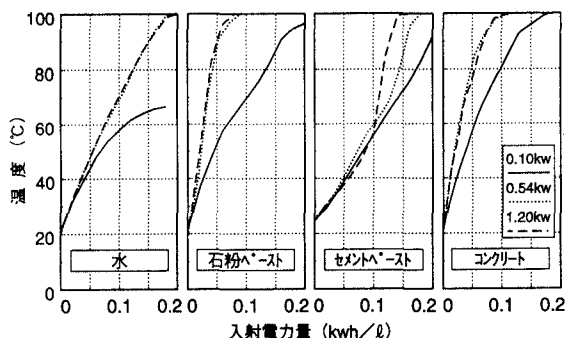


図-2 マイクロ波照射による温度上昇と入射電力量

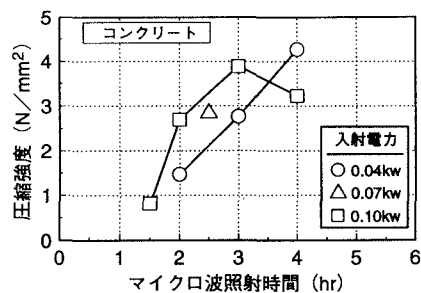


図-3 マイクロ波照射による初期強度の経時変化

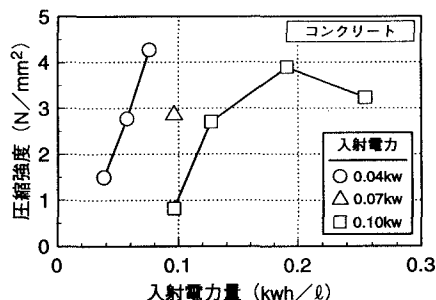


図-4 マイクロ波照射による初期強度発現と入射電力量