

マイクロ波照射によるモルタルの破壊に関する基礎的研究

明星大学 ○正会員 鈴木 博之

京橋工業(株) 正会員 並木 宏徳

明星大学 中島 敏明

1. はじめに 著者らは、前年度、水セメント比 $W/C=0.5$ のモルタルを用いて、雲母粉、モルタルの強度、硬化したモルタル内部の水分量に着目し、マイクロ波照射によるモルタルの破壊条件を検討したが、すべての試験片が破壊してしまったため、雲母粉等の影響を確認することが出来なかった。今回は、 $W/C=0.7$ および 0.6 のモルタルを用いて同様の実験を行い、雲母粉等の影響および水セメント比の影響について検討する。

2. 実験方法 試験片の作製およびモルタルの強度試験は、セメントの物理試験方法(JIS R 5201 - 1997)に準拠したが、モルタルの水セメント比は $W/C=0.7$ 、および 0.6 とした。

$W/C=0.7$ のモルタルの実験方法は以下の通りである。雲母には、加熱すると水分を発生する性質がある。そこで、モルタルに雲母粉を混入し、マイクロ波を照射して加熱することで、水分を発生、気化させ、水蒸気爆発を起こさせることの可否を調査した。セメントに対する雲母粉の混入率を $0.1, 0.5, 1.0\%$ とした U シリーズ (U - $0.1, 0.5, 1.0$) と雲母粉が入っていない K シリーズ (K - $0.1, 0.5, 1.0$) を作製した。

作製した試験片を水中で 28 日間養生した後、気中養生日数を 0 日、7 日、14 日、28 日、56 日と変化させ、セメントの強さ試験、含水率の測定およびマイクロ波照射実験を一実験条件につき、3 体の試験片を用いて行った。含水率は、乾燥前のモルタルの質量から乾燥後の質量を引き、乾燥後の質量で除して、百分率で表した。

また、マイクロ波照射実験には、表 - 1 に示す ~ の実験条件を追加した。~ は、モルタル内の水分を外部に逃散させないようにするため、エポキシ樹脂とラップで試験片を覆ったものである。本来、エポキシ樹脂の使用用途は主に接着であるが、今回はモルタルの表面に塗布し硬化させ、水分の逃散を防止することを試みた。また、~ は試験片の寸法効果の検討である。~ のマイクロ波照射には $40 \times 40 \times 80(\text{mm})$ のモルタルを用い、~ のマイクロ波照射には $40 \times 40 \times 160(\text{mm})$ の試験片を用いた。なお、~ の実験には気中養生日数 14 日のモルタルを、~ の実験には気中養生日数 28 日のモルタルを使用した。

$W/C=0.6$ のモルタルの実験方法は以下の通りである。マイクロ波照射によるモルタルの寸法効果を検討するため、 $40 \times 40 \times 40\text{mm}$ (S - 40)、 $40 \times 40 \times 80\text{mm}$ (S - 80, L - 80)、 $40 \times 40 \times 160\text{mm}$ (L - 160)の 3 種類のサイズのモルタルを作製した。 $40 \times 40 \times 80\text{mm}$ が 2 種類あるのは S シリーズと L シリーズのロットが異なるためである。試験片の養生、セメントの強さ試験、含水率の測定、およびマイクロ波照射実験の方法は $W/C=0.7$ の場合と同じであるが、マイクロ波照射が圧縮強度に及ぼす影響を検討するため、S - 40、S - 80、L - 80 は、マイクロ波照射前の圧縮強度を測定し、L - 160 はマイクロ波照射後の圧縮強度を測定した。

マイクロ波照射には、発振周波数 2.45GHz 、出力 550W の電子レンジを使用した。照射時間は 10 分とした。

3. 実験結果および考察 $W/C=0.7, 0.6$ のマイクロ波照射実験にはそれぞれ 90 体、60 体の試験片を使用した。雲母粉混入量、寸法、含水率に関わらず、10 分間のマイクロ波照射による破壊は 1 体もなかった。このとき、全試験片の含水率は $4 \sim 9\%$ であった。 $W/C=0.5$ の場合の含水率は $5 \sim 10\%$ であったが試験片はすべて破壊した。 $W/C=0.7, 0.6$ の場合はモルタル内部が緻密な構造ではないため、マイクロ波照射により気化した内部の水分が、空隙を通過してモルタル外に出てしまったため破壊しなかったものと考えられる。

$W/C=0.7$ のモルタルの圧縮強度と気中養生日数の関係を図 - 1 に示す。図より、 $W/C=0.7$ の圧縮強度は $38 \sim 69\text{N/mm}^2$ の範囲であることがわかる。 $W/C=0.5$ の圧縮強度は $60 \sim 90\text{N/mm}^2$ であったので、 $W/C=0.5$ よりも $W/C=0.7$ の方が低強度となっている。したがって、マイクロ波照射によるモルタルの破壊には、水セメン

キーワード マイクロ波, モルタル, 水セメント比, 雲母粉, 含水率

連絡先 〒1191-8506 東京都日野市程久保 2-1-1 明星大学理工学部土木工学科 Tel 042-591-9645

ト比の影響が大きいと言える。

つぎに、表 - 1 に示す ～ の実験結果について述べる。 ～ では、U - 0.1、K - 0.1、U - 1.0、K - 1.0 のモルタルを使用した。 ～ のいずれにおいても、使用した試験片 48 体すべてが破壊しなかった。 ～ の場合、モルタルの回りを覆っていたエポキシ樹脂とラップが、マイクロ波の照射による温度上昇に伴い融けてしまったため、水分を完全に閉じ込めることができず、試験片は破壊しなかったものと思われる。しかしながら、一部の試験片に写真 - 1 に示すように表面に小さな欠落が生じているものがあつた。したがって、より高温に耐えられる樹脂が開発されれば、モルタルを破壊できる可能性があると考えられる。

さらに、マイクロ波照射によって破壊しなかった の試験片を用いて、圧縮強度試験を行い、マイクロ波照射がモルタルにどのような影響を与えているのかを比較、検討した。マイクロ波照射後の圧縮強度は 42 ～ 52N/mm² の範囲であつた。 の実験では、気中養生日数 28 日目のモルタルを使用したので、 の圧縮強度および含水率を U および K シリーズの 28 日目の圧縮強度および含水率と比較した（図 - 2）。図より、マイクロ波を照射していないモルタルの圧縮強度の平均は 59N/mm² であることがわかる。一方、 の圧縮強度の平均は 48N/mm² であり、圧縮強度が 11N/mm² 低下していることがわかる。W/C=0.6 の場合も、マイクロ波照射後に圧縮強度を計測した L - 160 は、照射前に計測した L - 80 と比較して、平均で 15N/mm² も低い圧縮強度を示した。したがって、マイクロ波照射は、モルタルの圧縮強度に影響を与えていると言える。

4. まとめ (1)10 分間のマイクロ波照射実験において、雲母粉混入量、試験片寸法、水分量は、水セメント比 W/C=0.7、0.6 のモルタルの破壊に影響を及ぼさなかった。したがって、モルタルの破壊の支配的要因は、水蒸気の流動が制限されて高圧が発生する構造か、水蒸気が蒸散して高圧が発生しない構造かという、構造上の因子が支配的であり、水分の絶対量であるとか、水分量を増加させると考えられる雲母などの影響は現れてこなかったものと考えられる。(2)マイクロ波照射後のモルタルの圧縮強度は、照射前の圧縮強度より 11 ～ 15N/mm² も低下した。(3)マイクロ波照射によるモルタルの破壊は、水セメント比 W/C に依存する。

本研究は日本材料学会複合材料部門委員会のワーキンググループ（テーマ：寿命制御コンクリート）活動の一環であり、実施にあたっては委員各位のご協力を得た。記して謝意とする。

表 - 1 実験条件

実験条件
・モルタルにエポキシ樹脂を塗る
・モルタルをラップで包む
・モルタルの表面にエポキシ樹脂を塗り、硬化後、ラップで包む
・モルタルにエポキシ樹脂を2度塗りする
・試験片の寸法を大きくする



写真-1 モルタルの破壊状況

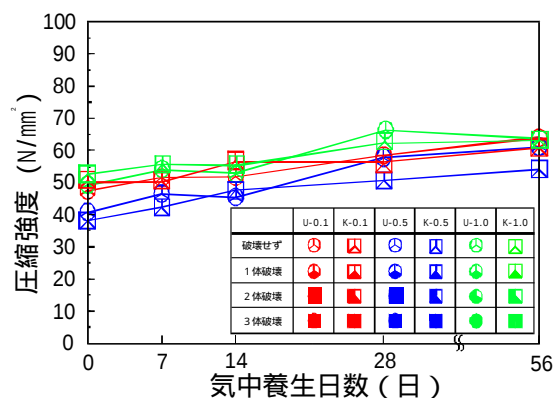


図 - 1 圧縮強度と気中養生日数の関係

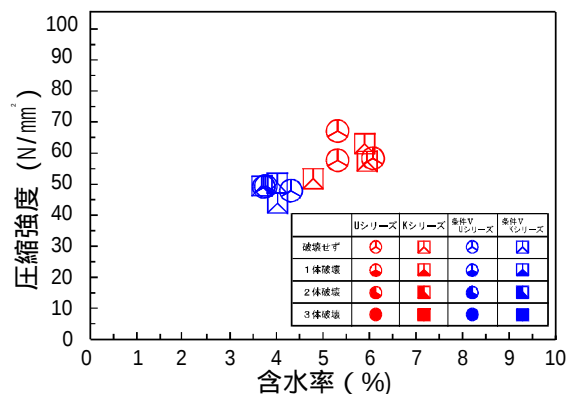


図 - 2 28日目の圧縮強度と含水率の関係