

超音波を利用したモルタルの締固め

大同工業大学 正 桑山 忠 学 山本 幸源 大日方 正信
○ 学 米村 健 各務 恭輔

1.はじめに

現在、モルタル及びコンクリートは、10～50Hz程度の周波数のバイブレーターによって締固めされている。20kHz以上の周波数を持つ超音波はバイブレーターの周波数を遙かに上回っているが、無振動、無騒音である。この超音波を利用した薄層コンクリートの締固めに効果があることが判明しており^{1, 2)}、この研究は薄層コンクリートの締固めのメカニズム解明の基礎的実験として行った。超音波は液中で負の波動エネルギーによりキャビテーション現象を起こす。この現象は、超音波洗浄機など各方面で利用されている。フレッシュの状態にあるモルタルに超音波を照射すると、モルタル中でキャビテーション現象が起こり、モルタル中の微細な気泡が集合し大きな気泡となって上昇し、脱気が行われ、モルタル中の水も同様に集合してくる。本報告では、超音波の照射時間がモルタル強度と間隙に及ぼす影響を調査し、その結果を述べたものである。

2.実験方法

実験は、JIS R 5201の「セメントの強さ試験」に沿って行った。また超音波の照射は図-1に示すような型枠上面より発振器をセットし、密着性をよくするために発振器と型枠の間にゴム枠を挟み込んだ。モルタルの配合は、セメント(比重3.15)と豊浦標準砂が1:2、水セメント比65%で、標準突き固めによるものと超音波による締固めとを行い比較した。なお、突き固め回数はフロー値により決定している。今回使用した超音波は出力1800W周波数20kHzの発振機で、照射時間は5, 10, 15, 30分の4条件を行った。

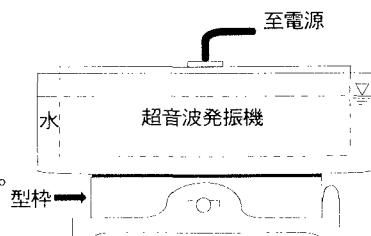


図-1 超音波照射装置

3.曲げ、圧縮試験

材令が1, 3, 7, 14, 28日の5種類で曲げ、圧縮試験を行った。図-2は曲げ、圧縮強度と材令の関係を示したものである。曲げ試験では、突固めと超音波照射の差は大きくないが、圧縮試験では超音波照射の効果が材令7日以降で明確な差が認められる。各材令共に圧縮強度は突き固めより10%ほど増加しており、超音波照射による締固めの方が大きい強度を得ることができる。照射時間と曲げ、圧縮強度の関係では、照射時間が長くなると、材料分離の影響が発生し、10分程度の照射が最適であると分かった。

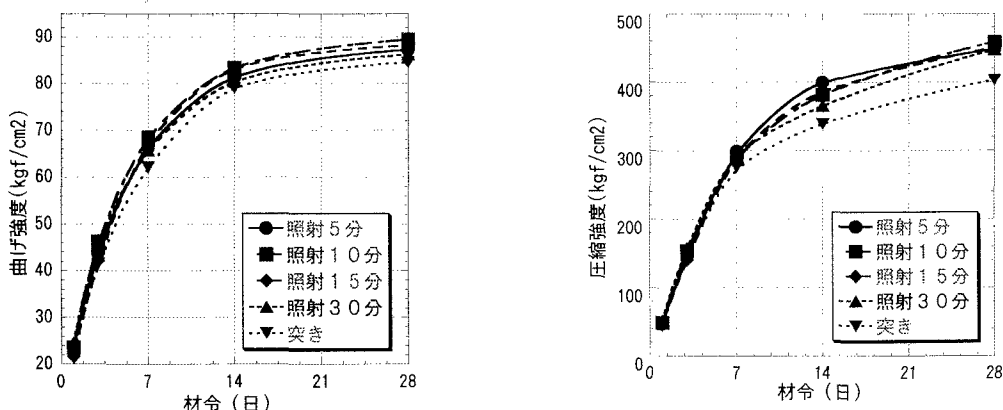


図-2 曲げ、圧縮試験結果

4. 空隙測定

曲げ、圧縮強度で突固めと超音波照射の強度は確認できたが、超音波照射の有無による相違を空隙率測定により調査した。測メデ定方法はアルキメス法を用い、材令28日の供試体を

表-1 各条件における空隙率及び標準偏差

条件	5分	10分	15分	30分	突き
空隙率 (%)	19.72	19.22	19.74	20.99	19.84
標準偏差	0.86	1.07	0.82	0.53	1.70

5mm角にカットし、研磨したものを試料とした。表-3は測定結果とそのデータにおける標準偏差である。微量ながらも空隙率が突固めより超音波照射は低くなっている。しかし、30分照射すると空隙率大きくなる。5分から15分の間の空隙率がほぼ同じ値になり、照射時間が長くなると材料分離の影響が出てきたと考えられる。一方、表-1を見れば分かるように締固め法での空隙率はバラツキが大きかったが、超音波締固めでの空隙率のバラツキは小さく、安定した締固めであるといえる。

5. 走査電子顕微鏡(SEM)での観察

空隙測定では確認できない、締固めの状態を把握するためにSEMを用いて視覚的観察を行った。供試体は曲げ試験終了後の破断面を供試体とした。写真-1、2は各々の条件における写真で、双方とも倍率が500倍である。突固めは超音波照射に比べ、セメント粒子の様なもの残っており、その粒子同士の間の間隙が多い。それに対し、超音波照射はセメント水和物が砂粒子密接しており、突固めに見られるような間隙は少ない。

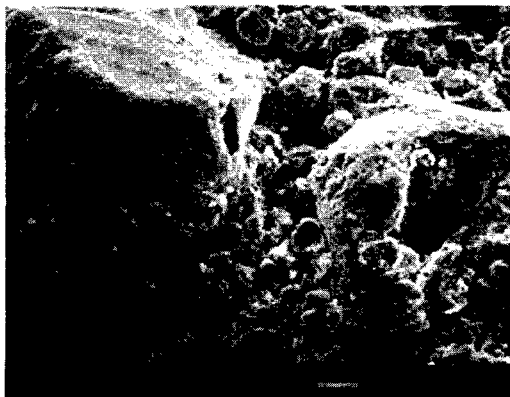


写真-1 突固め法

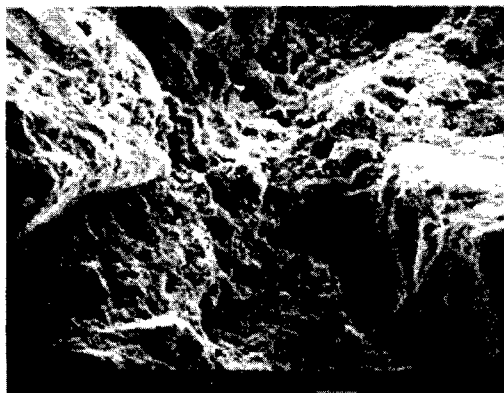


写真-2 超音波照射10分

6. おわりに

本研究では、超音波照射によりモルタル内の砂とセメント水和物の結合が強まり大きい強度を得ることが分かった。空隙率と照射時間との間に明確な関係を確認できなかったが、SEMの観察では間隙径に相違が認められた。また、その供試体の形状、水セメント比などの条件のもとで最適な照射時間があり、それにより一層効果的な締固めを行えると考えられる。今後、間隙径との関係なども明らかにして、超音波締固めのメカニズムの解明とともに、薄層コンクリートの締固めの実用性に向けた研究を行う必要があると考える。

参考文献

- 1) 桑山, 前田, 山本/超音波を利用した薄層コンクリートの締固め、平成8年土木学会中部支部概要集
/超音波を利用した薄層コンクリートの締固め2、第51回土木学会講演概要集1996, 8
- 2) 大日方、野上、米村/卒業論文、超音波を利用した薄層コンクリートの締固め、1996
- 3) 実吉純一ほか監修/超音波技術便覧、日刊工業新聞社、1968