

超音波を照射したセメントペーストの諸性質

大同工業大学 正 桑山 忠 松下 直樹
○ 学 米村 健 林 明宏
榊原 真

【1】はじめに

近年超音波は、分野を問わず各方面で活用されており、建設業界でも非破壊検査など多くの場面で利用されている。その超音波を物質に照射すると化学反応が促進されることがわかっており、この性質を利用してフレッシュなセメントペーストに超音波を照射し、水和反応が促進することが、過去の調査で判明させている。¹⁾しかしながら、超音波照射によるセメントペーストへの影響については、水和反応が促進されること以外は不明である。そこで、本報告は超音波照射が凝結時間や細孔径分布にどのような影響を及ぼすかについて、SEM写真での観察も含めて調査を行い、その結果をまとめたものである。

【2】実験方法

(1) 一軸圧縮試験 供試体は、 $\phi 25\text{mm} \times 50\text{mm}$ の塩パイプを型枠とし、ポリエチレン製のビニルで底を作成し、この型枠にセメントペーストを3層に分けて $\phi 3\text{mm}$ の突き棒にて締固め、図-1のような発振装置で底面より超音波を照射した。打設から、5時間後に脱枠、水中養生し、7時間後より一軸圧縮強度を30分経過ごとに測定した。

(2) 凝結試験 一軸圧縮試験と同様に凝結試験用の型枠の底面もポリエチレン製のビニルで作成し、図-1の装置で超音波を照射した。なお、始発終結ともに規格通りに測定を行っている。

(3) 細孔径分布測定 試料は、1軸圧縮試験で用いた供試体を上中下と3分割し、それを $1\text{mm} \times 1\text{mm} \times 2\text{mm}$ の大きさに加工した。そして上下の部分において測定をしている。細孔分布は水銀圧入式ポロシメーターを用い、 100MPa まで圧入している。なお、各試験ともに超音波照射と無照射、水セメント比35%、50%での比較を行っており、使用した超音波は、出力 1800W （発振子1個当たり出力は 100W である）周波数 20kHz のもので、照射時間は10分間としている。

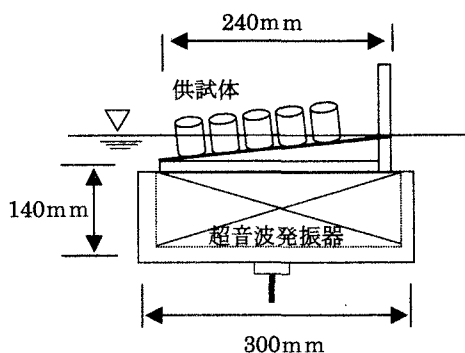


図-1 超音波発振装置

【3】実験結果

一軸圧縮試験および凝結試験の結果を図-2、3に示す。

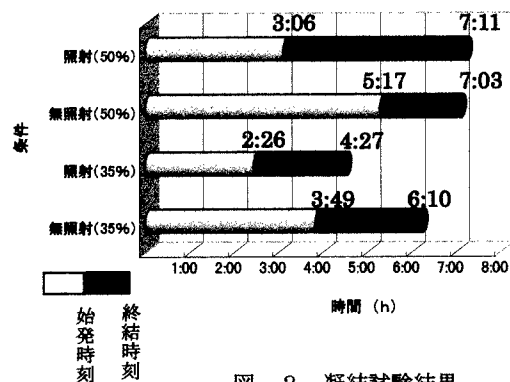


図-2 凝結試験結果

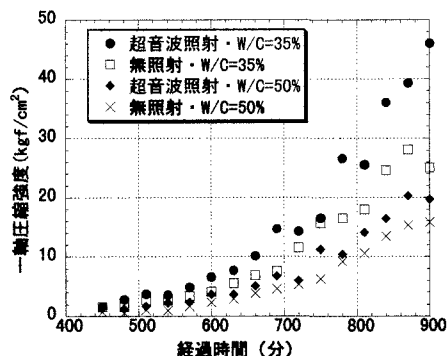


図-3 一軸圧縮試験結果

図-3の1軸圧縮試験より、超音波照射は $W/C=35\%$ 、 50% どちらも無照射よりも1.5倍程度の強度を持つことが明らかになった。また、凝結時間の測定は図-2より、 $W/C=35\%$ 、 50% 共に超音波の照射により始発時間は早まりことがわかり、終結時間は水が多くなると、時間が長くなることがわかった。これは、水和反応に不要な水が照射による締固め効果で水圧が高まり、供試体内の水の動きによって、遅くなったものと考えられる。

図-4は細孔径分布の測定結果である。超音波照射によって、ペースト中の細孔径は、 $0.1\sim 10\mu m$

のものが減少して、 $0.1\mu m$ 以下の細孔が増加していることがわかった。

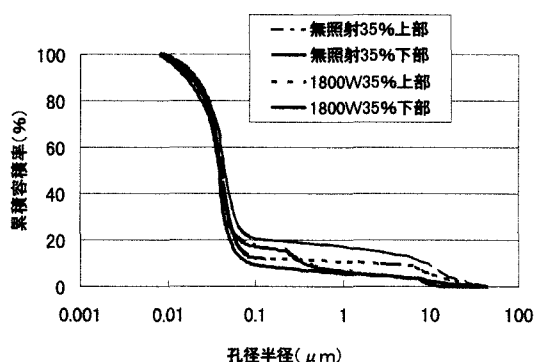


図-4 細孔径分布図

【4】SEM写真観察

写真-1、2は超音波照射した供試体のSEM写真であり、その上部と下部（照射面）を500倍で撮影したものである。下部の方が上部に比べ小さい空隙は多く、大きい空隙が少なくなっていることがわかる。また、毛細管空隙は、練り混ぜ時にセメント粒子を隔てていた水の部分が水和生成物で充填されずに残った空間である。その寸法は広範囲にわたり、水和が進行するほど、また練り混ぜ時のセメント粒子間の間隔が狭いほど、硬化体の毛細管空隙は微細になる。そのために、上部には大きな空隙が、下部には比較的小さな空隙が存在するのではないかとと思われる。

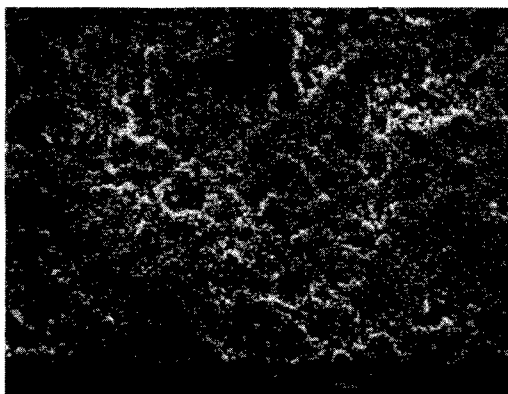


写真-1 超音波照射下部

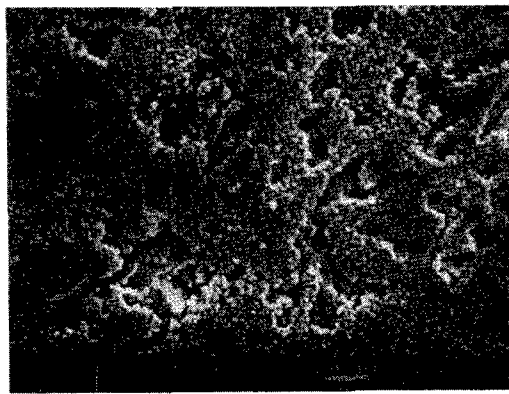


写真-2 超音波照射上部

【5】まとめ

水和反応を促進させる要因は、超音波照射によって引き起こされるキャビテーション現象や音響ルミネッセンスであると言われている。さらに今回の調査では、凝結時間の短縮の可能性、超音波振動によりセメント粒子が緻密になることが確認できた。強度上昇は、これらの相乗効果によって起こるのではないかと考えられる。今後の課題として、超音波照射よりブリージング現象にどう変化を与えるか、ペースト内での水の移動過程について調査する必要があると思われる。また、照射によって分離する水の除去方法についても検討する必要がある。

参考文献)

- 1、桑山、山本、米村「超音波によるセメントコンクリートの水和反応促進」 土木学会中部支部大会講演概要集 1997年
- 2、桑山、山本、米村「超音波によるセメントコンクリートの水和反応促進2」 土木学会全国大会講演概要集 1997年
- 3、超音波技術便覧 実吉純一[ほか] 監修——新訂版—日刊工業新聞社— 1978年