

超音波によるセメントコンクリートの水和反応促進

大同工業大学 正 桑山 忠 学 ○ 山本 幸源

米村 健 学 野上 周嗣

大日方 政信

【1】はじめに

超音波は、脱気、洗浄など各方面で利用されている。その利用の一つに超音波を照射することにより、化学反応を促進させる性質¹⁾がある。一方、コンクリートは、セメントと水との化学反応が起こることによって必要な強さが得られる。すなわち、コンクリートの打設直後に超音波を照射すると化学反応が促進されることになる。

本報告は、超音波を照射することにより、セメントの水和反応にどのような影響を与えているか室内実験で調査し、コンクリートへの水和反応の促進されることを示した。

【2】試験方法

φ25mmの塩ビパイプを高さ50mmの円柱型枠に加工し、ポリエチレン製のフィルムで底面を作った。JIS A 1108コンクリート圧縮強度試験を参考にしてφ3mmのステンレス製の突き棒で3層に分け、25回ずつ締固めた。その後、図1に示す装置を使用し、供試体の底部より超音波を照射した。一軸圧縮強度試験を30分ごとに行い、セメントの強度発生を調査した。さらに24時間、3日、7日、14日、21日、28日と材令を追って調査した。超音波の照射時間は、1分、2分、4分、8分、15分、30分と変化させて一軸圧縮強度を比較した。また、水セメント比については20%、35%、50%と変化させ、水セメント比と超音波の関係も調査した。さらに照射角をいろいろと変化させ、照射角との関係も調査した。なお、各試験条件とも3時間後に供試体上面を整形し、5時間後に型枠より外し水中養生を行った。また、X線回析や光学走査顕微鏡（SEM）を使用して、鉱物の同定とミクロ的観察も実施した。ここで使用したセメントは、普通ポルトランドセメント（比重:3.15）である。

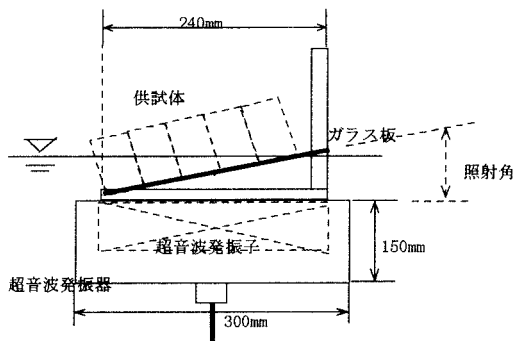


図1 超音波供試体作成の様子

超音波発振器の出力1800w周波数20kHz

【3】測定結果・考察

図2は、水セメント比35%における超音波を10分照射したものと突き固めだけを行った供試体の圧縮強度試験を24時間の間に30分ごとに行った結果である。（照射角： $\tan \theta = 1/6$ ）ここで、JIS R5201セメントの物理試験の凝結試験を平行して行うことにより、凝結以前の値を削除している。なお、凝結試験は、W/C、照射角、照射時間とも、一軸圧縮試験と同一条件で実施した。表1に、凝結試験の結果を示し

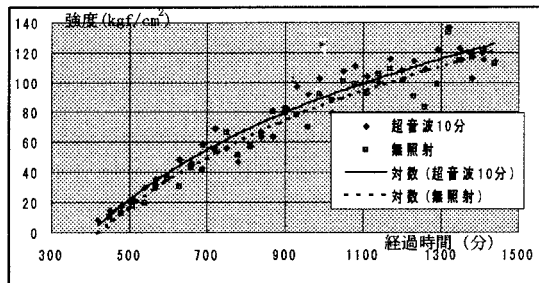


図2 W/C30%における経過時間と圧縮強度の関係

た。超音波照射によって、一軸圧縮強度は、無照射に比べ、大きくなり、超音波照射によって水和反応が促進されることがわかる。促進の割合は時間とともに大きくなっていくが、材令が大きくなると超音波の影響は、小さくなっていく。一方、凝結の始発、終発とも、超音波照射によって、早くなることも判明した。

X線回析装置による水和物の同定では、超音波照射後のセメントの硬化に伴って生成される水和物には、無照射の場合との間に有意な差異は、認められなかった。

写真1, 2は、SEMにて観察したものである。この写真は、供試体を上面から1.5cm、底面から1.5cmでの切断面を2000倍に拡大したものである。両者を比較すると超音波を照射すると生成される水和物の結晶が小粒になり、その大きさがほぼ一定になるように思われる。一方、セメントは、クリンカーを粉砕しておりセメント粒子には、ヘアクラックも見られる。超音波のキャビテーション現象によってセメント粒子周囲の水分が攪拌されるとともにクラック内の気体と水分が入れ替わり、水和反応が促進されるものと考えられる。

超音波が化学反応を促進させる現象は、キャビテーション現象¹⁾やキャビテーション現象が引き起こす音響ルミネッセンス²⁾だと言われている。図4は、圧縮試験と同様の供試体の作成方法で作成した供試体の中央に温度計を差し込み、供試体の温度を測定したものである。この図を見ると、わずかであるが超音波を照射した方が温度が高いことがわかる。この様に超音波が引き起こす各種の現象や作用が相まって水和反応が促進されると思われる。

【4】あとがき

超音波照射によるフレッシュコンクリートの締固めの関連で実施してきたが、超音波照射によって、水和反応が促進されることは確認された。しかし、使用した超音波発振器が一種類(周波数: 20kHz、総出力: 1.8kw、発振子出力: 100w)であるため、超音波の種類による影響を調べる必要がある。

【参考文献】

- 1) 例えば、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

表3 凝結試験の結果

	無照射	超音波10分
始発時間	3:30	2:28
凝結時間	7:08	6:36

(注) 始発時間、凝結時間ともに無照射は、打設後より、超音波は、照射後よりの経過時間を示す。

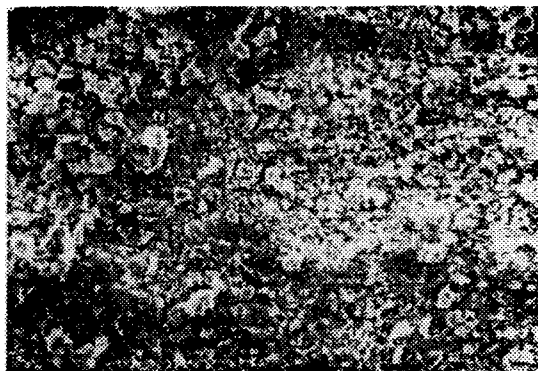


写真1 超音波10分照射

5 μm

材令7日におけるSEM写真 (15kv)

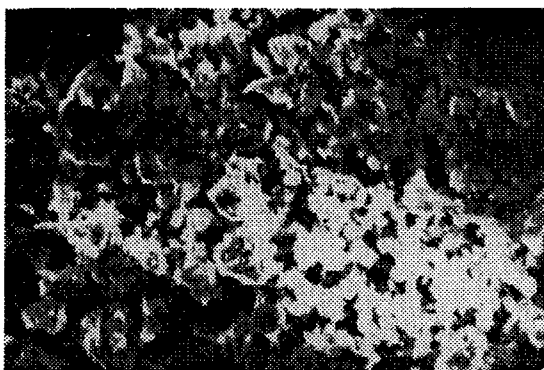


写真2 無照射

5 μm

材令7日におけるSEM写真 (15kv)

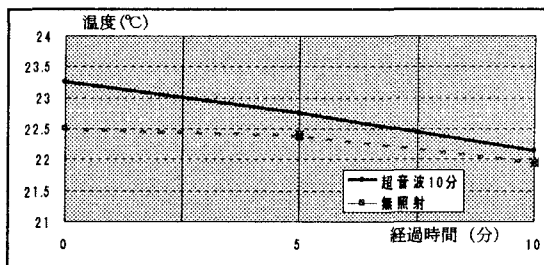


図4 打設(照射)直後の供試体内の温度