

超音波によるセメントコンクリートの水和反応促進2

大同工業大学 正 桑山 忠
 " 学 山本 幸源
 " 学 米村 健

【1】はじめに

超音波は、化学反応を促進させる性質を持っており¹⁾、超音波をフレッシュなセメントコンクリートに照射すると、水和反応が促進されることが、確認されている²⁾。また、超音波による化学反応促進には、振動が重要な要素であることも分かっている¹⁾。そこで超音波発振機の振動数と出力を変化させ、セメントコンクリートにおける超音波振動と水和反応の関係を調べた。

【2】実験方法

型枠は、直径25mm、高さ50mmの塩ビパイプを使用し、ポリエチレン製ビニルで底を作り、3層に分け、 $\phi 3\text{mm}$ の突き棒にて締固めを行い、図-1に示すような試験装置で底面より、超音波を照射する。超音波発振機は、表-1に示すような4種類使用する。照射時間は、10分とする。セメントは、普通ポルトランドセメントを使用し、水セメント比を35%、50%の2種類で測定する。水を加えて練り始めてから5時間後に型枠から外し、水中養生を行う。そして、7時間後より、一軸圧縮強度試験を行う。また、X線回折、走査顕微鏡による鉱物の同定、破断面のミクロ的観察を行った。

【3】実験結果

図-2は、一軸圧縮強度の結果である。中の実線などは、最小二乗法による近似曲線である。超音波を照射した3条件とも無照射より初期強度が上がっていることが分かるが超音波照射の条件の一軸強度に変化が見られない。これは、超音波の振動数および出力の影響をあまり受けなことを示している。

図-3、4および表-2は、X線回折の結果である。一軸圧縮試験に使用した供試体を3分割し、それぞれの鉱物を同定した。鉱物の同定からは、化学反応が超音波照射によって促進されても生成水和物に変化のないことが分かる。すなわち、セメントの長期強度を受け持つ C_2S に関する水和物の生成には影響を与えていないことを示している。

写真-1、2は、材令28日における破断面を走査顕微鏡（SEM）にて、撮影したものである。SEM写真

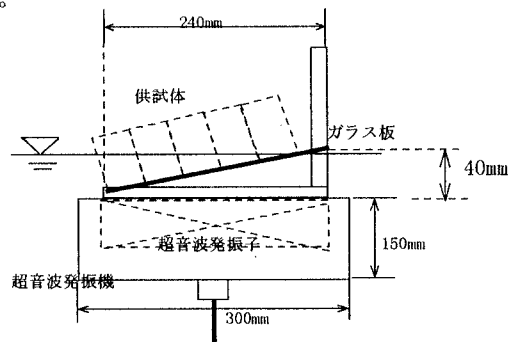


図-1 超音波供試体作成の様子

表-1 超音波の種類

超音波周波数	発振子出力	総出力
20kHz	100w	1800w
20kHz	40w	600w
28kHz	40w	600w
40kHz	40w	600w

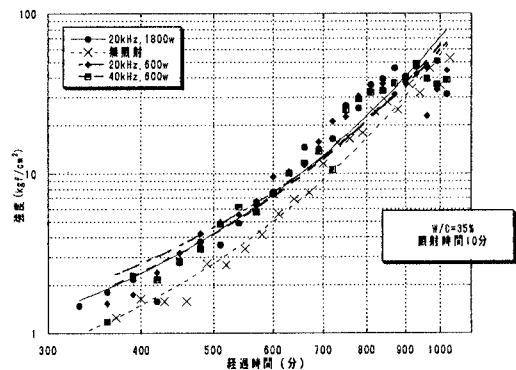


図-2 一軸圧縮試験の結果

からも超音波の影響は、見られない。

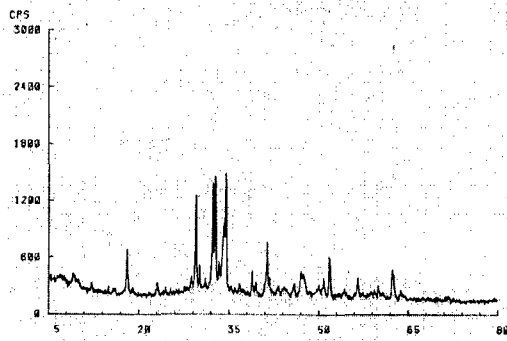


図-3 材令7日におけるX線回折結果（照射 位置：下部）

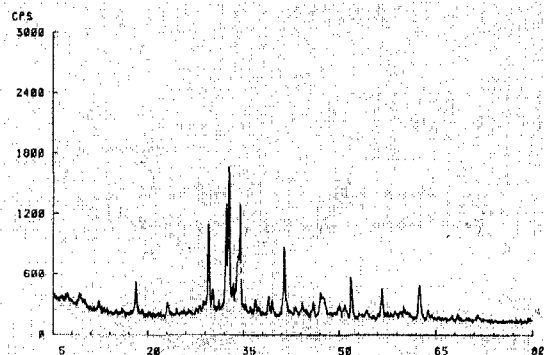


図-4 材令7日におけるX線回折結果（無照射 位置：下部）

表-2 材令7日における条件別X線回折の主要5鉱物

	照射(W/C=35%)	無照射(W/C=35%)	照射(W/C=50%)	無照射(W/C=50%)
上部	MnS CaCO ₃ (1) Ca(OH) ₂ MnCO ₃ β-2CaO·SiO ₂	Ca(OH) ₂ CaCO ₃ (1) FeO·SiO ₂ MgO·FeO ₂ CaCO ₃ (2)	CaCO ₃ (2) CaCO ₃ (1) CaO CuO β-2CaO·SiO ₂	3CaO·Al ₂ O ₃ ·3SiO ₂ CrOOH CaAl ₂ (Si ₂ Al ₂)O ₁₆ (OH) ₂ CaO·Mn ₂ O ₃ MgO·Fe ₂ O ₃
中部	Ca(OH) ₂ CaCO ₃ (1) CaCO ₃ (2) MnS Ca ₆ Al ₁₂ (SO ₄) ₃ (OH) ₁₂ ·2H ₂ O	FeO β-2CaO·SiO ₂ FeO·SiO ₂ 3CaO·2SiO ₂ 5CaO·Al ₂ O ₃ ·3SiO ₂ ·2H ₂ O	Ca(OH) ₂ CaCO ₃ (1) CaCO ₃ (2) FeO ₂ 3CaO·Al ₂ O ₃ ·3SiO ₂	Ca(OH) ₂ CaCO ₃ (1) β-2CaO·SiO ₂ MnS Ca ₈ 42Fe ₁₂ (2H ₂ O) ₂ ·12
下部	CaCO ₃ (2) CaCO ₃ (1) β-2CaO·SiO ₂ CuO Ca(OH) ₂	CaCO ₃ (2) CaCO ₃ (1) Mg ₃ Ca ₄ (CO ₃) ₄ CaMg(CO ₃) ₂ β-2CaO·SiO ₂	CaCO ₃ (2) CaCO ₃ (1) FeS ₂ β-2CaO·SiO ₂ Ca(OH) ₂	CaCO ₃ (2) CaCO ₃ (1) FeO 2MgO·SiO ₂ Ca(OH) ₂



写真-1 28日における顕微鏡写真（無照射 破断面）



写真-2 28日における顕微鏡写真（照射 破断面）

【4】まとめ

近年の超音波の研究では、化学反応には、周波数が低いほうが有効であると考えられている¹⁾。これは、反応促進がキャピテーション現象により引き起こされると考えられ、この場合の重要な要素に共振することがあげられており、この共振は、低い周波数に起こりやすいからである。

しかし、超音波の振動数と出力の変化がコンクリートに及ぼす影響を調査した結果、超音波の振動数と出力の変化による反応促進への影響は見られなかったが無照射と比較すると明らかに促進されていることが分かった。今実験では、供試体作成時に突き棒による脱気を行っており、このため、空隙の共振が起こりにくかったのではないかと考えられ、実験方法の改善が必要と考えられる。

【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
- 2) 桑山、山本、大日方、野上、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 平成8年度土木学会中部支部講演概要集