

超音波スペクトロスコピー法によるフレッシュコンクリートの水セメント比推定

和歌山大学 システム工学部 村田頼信

研究背景と目的

トンネルや橋梁等の劣化現象が顕在化されるに伴って、コンクリート構造物の強度と耐久性の低下が社会問題となっている。その原因のひとつとして、**加水問題**が挙げられる。

コンクリートは水を多く使うほど空隙が多くなり、強度や耐久性が低下する性質がある。

配合設計どおりのコンクリートが打設されているかを、厳しく管理することが極めて重要である。



加水問題を伝える記事 (2008年1月)

実際の工事現場においては、作業性だけが重要視され、配合に関して適切な確認試験を実施していないのが実状である。そのため、特に圧縮強度と密接な関係にある**水セメント比(W/C)**を、**打込み前に簡便かつ迅速に測定する方法**の確立が望まれている。

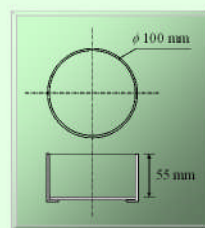
本研究では、フレッシュコンクリート中の超音波の伝搬特性を調べ、超音波スペクトロスコピー解析から水セメント比を推定する方法について検討を行うことを目的とする。

試験体と実験装置

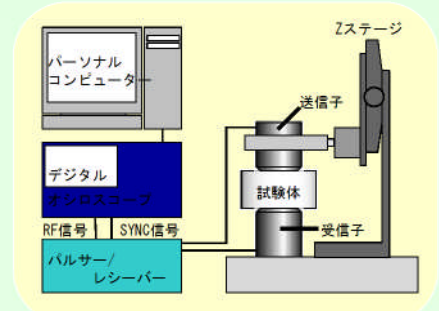
試験体として、普通モルタル(セメントと砂の質量比を1:3)を用いた。セメントは普通ポルトランドセメント、砂(細骨材)は山砂を用いた。

W/Cは、45, 55, 65%の3種類とした。

※なお、この測定方法は、施工現場において、コンクリートをウェットスクリーニング(粗骨材を取り除く作業)で得られるモルタル分を試料として測定することを想定している。



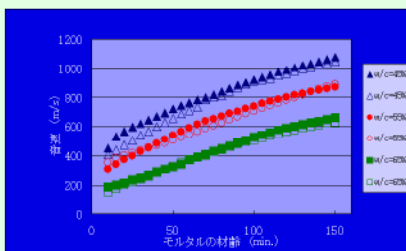
試験体の型枠は、JIS A 5308 適合品φ100×200mm用のプラスチック製供試体型枠の高さを加工して用いた。試験体寸法はφ100×50mmとした。



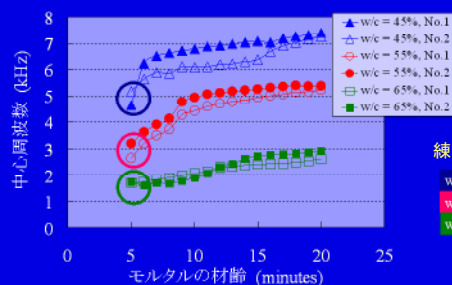
二探触子透過法を採用。公称周波数は100kHzの広帯域超音波探触子を用いた。送受信子間距離は50mm一定とした。

スペクトロスコピー計測結果

セメントに水を加えてからの経過時間を材齢とし、材齢10分から5分間隔で150分まで音速変化を、材齢5分から1分間隔で20分まで透過波の中心周波数の変化を、それぞれ2回測定した。



音速の変化



中心周波数の変化

練混ぜ直後の中心周波数
 W/C = 45% では 5 kHz 付近
 W/C = 55% では 3 kHz 付近
 W/C = 65% では 1.5 kHz 付近

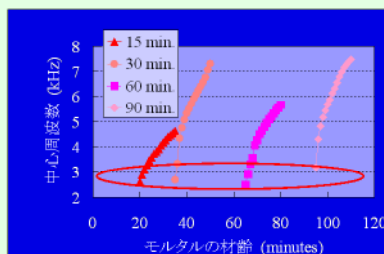
練置きの影響(時間経過の影響)

コンクリートの運搬時間による影響を確認するため、練混ぜてからすぐに型枠に打込んだものと、ある一定時間練置きしてから打込んだものとの比較を行った。練置き時間を、15, 30, 60, 90分の4種類とした。

練置き終了の時間になると、

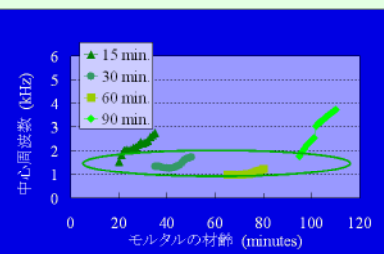
1. 練直し(2分)
2. 打込み, 成形(2分)
3. 計測装置のセッティング(1分)
4. 測定開始

測定間隔は1分とし、15分間測定を行った。



W/C: 55%

打込み直後の中心周波数は、練置きの影響を受けにくく、約3kHz。



W/C: 65%

打込み直後の中心周波数は、練置きの影響を受けにくく、約1.5kHz。

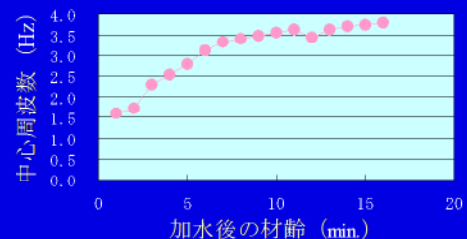
不正加水の検出

加水問題という観点から、ある一定時間放置したモルタルに水を加えて練返し、型枠に打込んだ直後の透過波の中心周波数を調べた。

加水した量:

W/C: 55%の試験体を2時間練置きし、その後、W/Cが65%になるように水を加えた。

練置きにより既に硬化が始まっているため水を加えても見た目や粘度では正規の55%フレッシュコンクリートと区別が難しい。このような場合でも、加水分を考慮して65%と判定できるか!?



加水したフレッシュコンクリートの打設直後の中心周波数は約1.5kHzであった。

まとめ

- ◎ フレッシュコンクリートの水セメント比(W/C)を推定する方法として、ウェットスクリーニングを行ったモルタル分の超音波スペクトロスコピーによる測定方法を提案した。
- ◎ 少量の試料(超音波伝搬距離: 50mm)において注水5分後から透過波形を測定し、水セメント比による音速と中心周波数の違いを確認した。
- ◎ 型枠に打込んですぐのモルタルの中心周波数は、練置き時間による影響が小さく、水セメント比に依存する値を示す傾向があることがわかった。また、途中で水を加えた場合でも、同様の傾向を示した。

注水後の時間を考慮することなくフレッシュコンクリートの水セメント比を簡単かつ迅速に推定する上で有効な手段となると期待される。