

粗骨材粒子のサイズが若材齢コンクリートの超音波速度に及ぼす影響

函館工業高等専門学校 環境システム工学専攻 学生員 ○村上 紘稀
 函館工業高等専門学校 環境都市工学科 正会員 澤村 秀治
 アイレック技建株式会社 営業開発本部 永島 裕二

1. はじめに

若材齢コンクリートの体積変化を扱う問題では、コンクリートの強度発現・弾性係数の変化を的確に把握する必要がある。筆者らは、打設直後からコンクリートの超音波速度の変化を連続自動計測し、この結果より若材齢コンクリートの弾性係数の変化を推定する方法を示している[1][2]。

我々は、若材齢コンクリート、および疑似若材齢コンクリートを用い、骨材量や細骨材率が若材齢コンクリートの超音波速度、弾性係数に及ぼす影響を検討してきた[3]。その結果若材齢コンクリートの超音波速度は、骨材条件の影響を強く受けることを把握したが、さらに、粗骨材粒子のサイズが若材齢コンクリートの超音波速度に影響するのではないかと考えた。

そこで本研究では、粗骨材粒子のサイズが若材齢コンクリートの超音波速度、動弾性係数に及ぼす影響を評価することを目的とし、石灰石微粉末の置換により意図的にセメントペーストの強度を低下させた疑似若材齢コンクリートを用いた実験を行った。さらに超音波速度については、自動計測システム[2]による実験を行った。

2. 実験概要

2.1 実験の要因と水準および使用材料

表1に使用材料を、表2に実験の要因と水準を示す。実験の要因はLSP置換率、粗骨材容積率、粗骨材粒径とし、それぞれの要因に対し各水準を組み合わせ、実験を行なった。

LSPシリーズはLSP置換率を0%、60%、80%の3水準で設定し、粗骨材容積率は0から0.4の0.2刻みに3水準とした。粗骨材はふるい分けによりS、M、Lの3水準として用いた。

自動計測シリーズは粗骨材容積率を0.4の1水準、粗骨材粒径4水準とした。ただし、Mixはふるい分け前の粗骨材をそのまま用いたものである。また、モルタル分の細骨材容積率はどちらも0.35で統一した。

2.2 実験方法

LSPシリーズはそれぞれの配合に対し、円柱供試体 $\phi 100 \times 200\text{mm}$ を3本作成した。コンクリート打設後、翌日に脱型し、 $20^\circ\text{C} \pm 1^\circ\text{C}$ で水中養生する。材齢が28日以上経過した段階で端面を研磨、あるいは

キャッピングし、超音波速度を測定した。動弾性係数は、円柱供試体の縦軸方向の1次共鳴振動数を測定し、JIS A 1127に示される方法により動弾性係数を求めた。

自動計測シリーズは図1のような型枠に設定した配合のコンクリートを打設し、その直後から本研究室で開発した超音波自動計測システムで5日間超音波速度の変化を測定した。

表1 使用材料一覧

名称	仕様等	密度(g/cm^3)
セメント	普通ポルトランドセメント	3.16
細骨材	豊原産天然砂	2.63
粗骨材	萩産産砕石2005	2.70
石灰石微粉末	北斗市義産	2.74

表2 実験の要因と水準

円柱供試体実験の要因		LSPシリーズの水準
石灰石微粉末の置換率	3水準	0%, 60%, 80%
粗骨材容積率	3水準	0, 0.2, 0.4
粗骨材粒径	3水準	5~10(S), 10~15(M), 15~20(L)
自動計測実験の要因		自動計測シリーズの水準
粗骨材容積率	1水準	0.4
粗骨材粒径	4水準	5~10(S), 10~15(M), 15~20(L), Mix

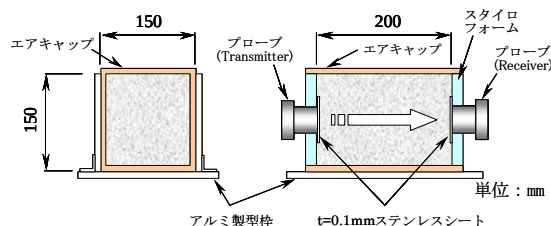


図1 超音波計測用供試体

3. 実験結果及び考察

3.1 疑似若材齢コンクリートの超音波速度・動弾性係数

図2にLSPシリーズにおける、粗骨材容積率0.4の場合の超音波速度と粗骨材粒子サイズの関係を示す。LSP置換率が60%、80%のケースでは、粗骨材粒子サイズが大きいほど超音波速度が大きくなる傾向が認められる。LSP置換率0%の場合には、超音波速度にこのような有意な差は表れない。このことより、粗骨材粒子サイズがコンクリートの超音波速度に与える影響は、モルタル部の剛性が低いほど顕著になるといえる。

図3にLSPシリーズにおける、粗骨材容積率0.4の場合の動弾性係数と粗骨材粒子サイズの関係を示す。コンクリートの動弾性係数は、粗骨材粒子サイズ変えても同程度の値を示し、粗骨材粒子サイズは動弾性係数にあまり影響を及ぼさないことが判る。

キーワード 若材齢コンクリート、超音波速度、粗骨材容積率、粗粒率、粗骨材粒子サイズ

連絡先 〒042-8501 北海道函館市戸倉町14-1 TEL/FAX:0138-59-6489

したがって、超音波速度の変化から動弾性係数の変化を推定する場合には、動弾性係数と超音波速度の関係式を補正する必要があり、粗骨材粒子サイズが超音波速度に及ぼす影響をどのように定量化するかが今後の課題である、

3.2 自動計測による若材齢時の超音波速度の評価

図4に異なった粗骨材粒子サイズを持つコンクリートの超音波速度と温度履歴を考慮した有効材齢の関係を示す。若材齢コンクリートの超音波速度は、

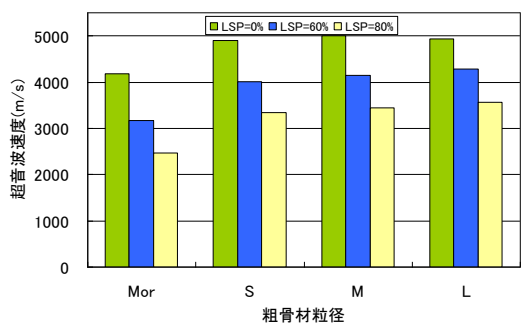


図2 粗骨材容積率 0.4 における超音波速度の関係

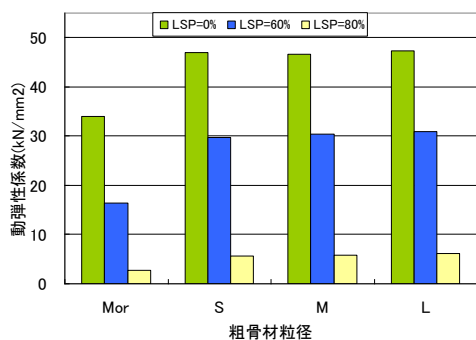


図3 粗骨材容積率 0.4 における動弾性係数の関係

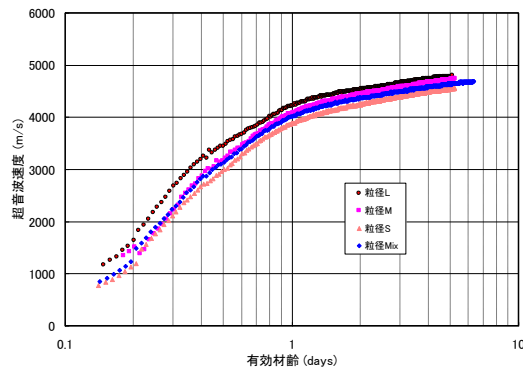


図4 各粗骨材粒子の超音波速度の関係

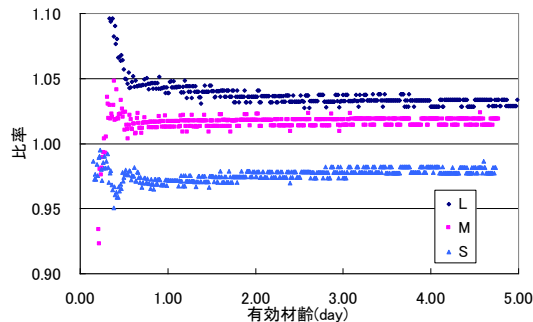


図5 Mix に対する各粗骨材超音波速度の比率

大きいほうから粗骨材粒子サイズ L,M,Mix,S の順となった。この結果から、粗骨材粒子サイズが大きいほど、超音波速度が速いことが判った。Mix の粗粒率は、ふるい分け試験の結果から、S と M の間に位置していることを確認している。したがって、コンクリートの超音波速度は粗骨材の粗粒率順に並ぶことになり、粗骨材粒子サイズがコンクリートの超音波速度に及ぼす影響を粗粒率で定量化できる可能性がある。

図5に粗骨材粒子サイズ L,M,S のコンクリートの超音波速度と Mix の超音波速度の比率を示す。この図から超若材齢域においてばらつきはあるものの、有効材齢 1 日での超音波速度は Mix を基準に L では +4%程度、M では +2%, S では -3%程度という結果になった。また、粗骨材粒子サイズがコンクリートの超音波速度に及ぼす影響は、有効材齢の増加に伴って徐々に小さくなる傾向にある。

4. まとめ

本研究では、擬似若材齢コンクリート、若材齢コンクリートを用いた計測を行い、粗骨材粒子サイズが超音波速度に与える影響について検討を行った。その結果、以下のような知見を得た。

- 1) 擬似若材齢コンクリートの超音波速度は、LSP 置換率が高く、モルタル部の剛性が低いほど、粗骨材粒子サイズコンクリートの超音波速度に与える影響が著しい。しかし、動弾性係数は粗骨材粒子サイズによる影響は見られなかった。
- 2) 自動計測による若材齢コンクリートの超音波速度は、粗骨材粒子サイズが大きいほど速くなり、粗骨材粒子サイズがコンクリートの超音波速度に及ぼす影響を粗粒率で定量化できる可能性があることが判った。
- 3) 今後は、更に水準を増やし粗骨材粒子サイズの超音波速度に与える影響について検討する必要がある。

謝辞: 本研究は、平成 21 年度科学研究費補助金 基盤研究(C) 課題番号: 21560492 (代表: 澤村秀治) により遂行したものである。記して謝意を表する。

参考文献

- [1] 澤村秀治・須藤卓哉・丸山久一・永島裕二: 超音波伝播速度による水和熱抑制型膨張コンクリートの強度発現特性の評価, コンクリート工学年次論文集, 第 29 巻, pp.705-710, 2007.7
- [2] 須藤卓哉・川尻俊三・澤村秀治・永島裕二: 超音波伝播速度を用いた膨張コンクリートの弾性係数推定法に関する研究, 平成 18 年度土木学会北海道支部論文報告集, E-20, 2007.2
- [3] 澤村秀治・丸山久一・永島裕二: 若材齢コンクリートの超音波速度と弾性係数に対する骨材の影響, コンクリート工学年次論文集, 第 30 巻, pp.525-530, 2008.7