

施工性能が異なるコンクリートの超音波伝播特性に関する実験的検討

独立行政法人土木研究所 正会員 ○天谷 公彦 古賀 裕久 山田 宏 松本 健一 渡辺 博志

1. はじめに

従来,一般的な土木コンクリート構造物ではスランプ8cmのコンクリートが用いられてきた。しかし近年,鉄筋量の増大などを受け,施工条件に応じてより大きなスランプのコンクリートを用いることが,土木学会コンクリート標準示方書[施工編]などで提案されている。しかし,スランプが大きくなるとブリーディングや粗骨材の分離などが生じやすくなり,構造体コンクリート中での品質の変動が大きくなるおそれもある。

本研究では,スランプや材料分離特性の異なるコンクリートを用いて高さ1mの壁状供試体を作製し,その部位による品質の違いを超音波伝播速度によって把握できるかを検討した。

2. 実験概要

コンクリートの配合およびフレッシュ時の性質の性質を表-1に示す。配合選定は,「施工性能にもとづくコンクリートの配合設計・施工指針(案)」を参考に行った。配合1および配合2は適切に施工できる単位水量と単位セメント量とし,AE減水剤の使用の有無でスランプを変化させた。配合3は単位セメント量を減らし,高性能AE減水剤を過剰に添加してスランプを増大させ,ブリーディングが生じやすい配合とした。

実験供試体の概要図を図-1に示す。供試体は700×400×1000mmの壁状供試体とし,コンクリートは2層に分けて打設した。締め固めは棒状バイブレータを用い,配合1で15秒,配合2,3で10秒加振した。打設後は,随時ブリーディング水を除去した。養生は20℃の試験室内で行い,打設後5日間は打設面を湿布で覆って型枠内で養生し,脱型後は気中養生とした。

材齢28日に,図-1に示す位置で,透過法で超音波伝播速度を測定した。また,採取したコアを用いて圧縮強度試験,および密度吸水率試験を行った。密度吸水試験率試験の結果から式(1)を用いて空隙率を算定した。

$$P(\%) = \frac{W_s - W_d}{V_s} \cdot \frac{1}{\rho_w} \times 100 \quad (1)$$

ここに, P : 空隙率, W_s : 飽水状態の質量, W_d : 絶乾質量, V_s : 飽水状態の体積, ρ_w : 水の密度

3. 試験結果

(1) コンクリートの品質

コアの圧縮強度,表乾密度,空隙率の試験結果を図-2~図-4に示す。まず,配合1,2の試験結果に着目すると,最上部のコアを除き,圧縮強度および表乾密度は下部ほど大きくなる傾向であった。また,空隙率は下部ほ

表-1 コンクリートの配合およびフレッシュ時の性質

配合種類	W/C (%)	設計SL (cm)	単位量 (kg/m ³)				添加量 (C×%)			実測SL (cm)	空気量 (%)	ブリーディング率 (%)
			W	C	S	G	Ad1	Ad2	AE			
配合1	55	8.0	175	318	803	980	0.00	—	0.0030	6.5	3.0	2.75
配合2	55	18.0	175	318	803	980	0.25	—	0.0030	15.7	6.2	3.79
配合3	55	18.0	150	273	903	980	—	4.00	0.0045	14.5	2.9	7.94

セメント: 普通ポルトランドセメント (密度 3.16g/cm³)
 細骨材: 静岡県掛川産山砂 (密度: 2.57g/cm³, 吸水率 1.87%), 微粒子 (0.15mm以下) を除去して使用
 粗骨材: 茨城県空閑産砕石 (密度: 2.67g/m³, 吸水率 0.46%)
 AE減水剤 (Ad1): リグニンスルホン酸系
 高性能AE減水剤 (Ad2): ポリカルボン酸系
 空気連行剤 (AE): 変性ロジン酸化合物系

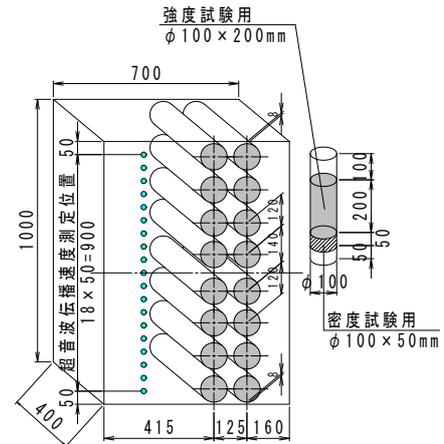


図-1 供試体概要

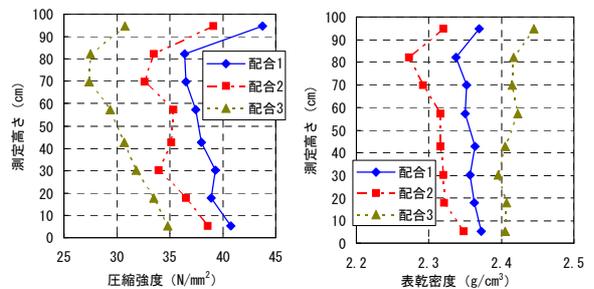


図-2 圧縮強度

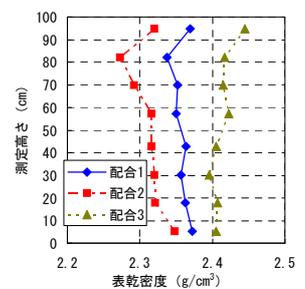


図-3 表乾密度

キーワード スランプ 材料分離 超音波伝播速度 圧縮強度 空隙率

連絡先 〒305-8516 茨城県つくば市南原 1-6 土木研究所 基礎材料チーム TEL 029-879-6761

ど小さかった。これらの結果から、下部ほど密実なコンクリートになっているものと考えられる。なお、最上部のコアの傾向が異なるのは、今回の供試体ではブリーディング水をこまめに除去しており、その結果、上部は緻密なコンクリートとなったためと考えられる。

配合3の試験結果も、強度や空隙率については、配合1, 2と同様な傾向であったが、表乾密度は傾向が異なり、下部から上部に向かって表乾密度が大きくなった。この原因は明確でないが、骨材とペーストの分離が顕著であったことが影響している可能性がある。

(2) 超音波伝播速度

超音波伝播速度の測定結果を図-5に示す。いずれの配合でも上端より20cm程度を除き、供試体の下部から上部に向かって伝播速度が低下する傾向で、コンクリートが密実になっていると考えられる供試体下部ほど伝播速度が大きい傾向であった。

4. 超音波伝播速度とコンクリート品質の関係

超音波伝播速度と圧縮強度、空隙率の関係を図-6、図-7に示す。なお、図中には、最上部のコアを除いて線形回帰分析を行った結果を示した。超音波伝播速度は、配合ごとに圧縮強度や空隙率と比較的高い相関関係が見られた。超音波伝播速度は、コンクリートの密実さの違いを評価する指標として取り扱える可能性がある。

一方で、ブリーディング水除去の影響が見られる最上部のコアの試験結果を見ると、その他の部位の試験結果とは大きく異なる場合があった。また、配合1を用いた供試体は上下方向の圧縮強度等の変化が比較的小さく、部位による品質の差が少ないと見られるが、超音波伝播速度では、上下の差が大きかった。この理由は明確にはできなかった。

なお、超音波伝播速度とヤング係数の関係を図-8に示す。一般に超音波伝播速度はコンクリートのヤング係数と関係があるとされているが、本実験ではその相関関係は、強度や空隙率ほど明確ではなかった。

5. まとめ

本実験で得られた結果を以下にまとめる。

- ・ 超音波伝播速度によって、壁状供試体の高さ方向の品質の変化を捉えることができ、密実になっていると考えられる供試体の下部ほど伝播速度が大きい傾向が見られた。
- ・ 一方、超音波伝播速度と圧縮強度、空隙率の関係は、配合ごとに違いが見られた。また、ブリーディング水を除去した影響がでた最上部は、その他の部位と傾向が大きく異なる場合があった。配合1と配合2の超音波伝播速度と空隙率のように、AE剤の添加の有無が異なるだけでも超音波伝播速度に大きな違いが生じた場合もあるが、その理由は不明であり、今後の課題である。

参考文献

1) 土木学会コンクリートライブラリー126：施工性能にもとづくコンクリートの配合設計・施工指針（案）

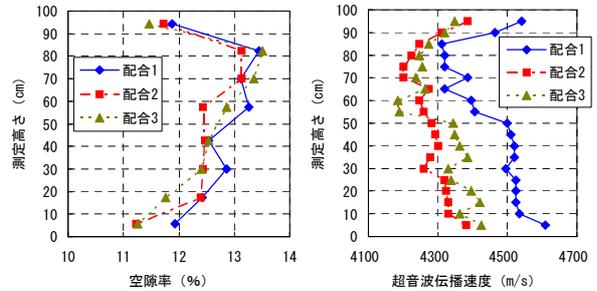


図-4 空隙率 図-5 超音波伝播速度

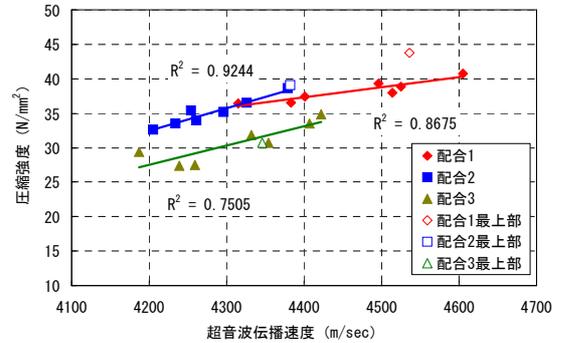


図-6 超音波伝播速度と圧縮強度の関係

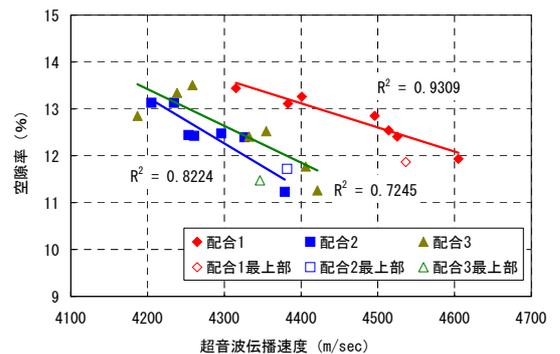


図-7 超音波伝播速度と空隙率の関係

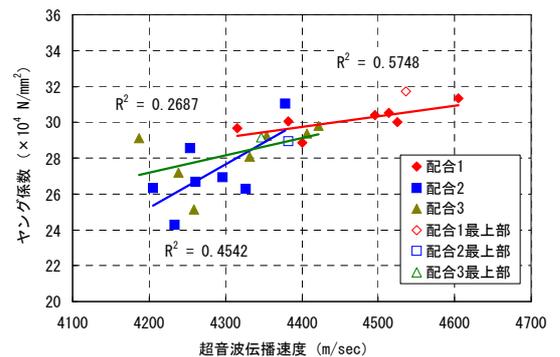


図-8 超音波伝播速度とヤング係数の関係