

フライアッシュを細骨材代替としたノーサンド転圧コンクリートの配合設計方法に関する研究

山陰建設工業(株) 正会員 ○扇 正典
山口大学大学院 学生員 岡田亮太

山口大学工学部 正会員 松尾栄治 浜田純夫
中国電力(株) 正会員 齊藤 直

1. はじめに

石炭火力発電所から産業廃棄物として産出されるフライアッシュ(以下 FA)の発生量は、年々飛躍的に増加している。このため、FA の大量有効利用に関する技術開発が大きな課題となっている。

本研究では FA が振動締固めにより、高い締固め効果を示す特性を利用することで、海砂の使用量をゼロとし、その代替として FA を用いたノーサンド転圧コンクリート(以下 NS-RCC)の配合設計方法を検討した。

2. 実験方法

(1) ワーカビリティーの評価

FA を大量に使用した場合、FA 粒子表面への拘束水量の増加により、単位水量が大幅に増加し、これが強度低下の最大の原因となっている。よって単位水量の低減を前提とし、配合要因が締固めに与える影響を検討した。配合要因は単位粗骨材容積、水粉体比および単位セメント量とした。

(2) 強度性状の評価

ワーカビリティーの評価から、水粉体比と締固め率の関係および単位粗骨材容積と単位水量の関係を把握することで強度測定用配合を決定した。目標強度は普通転圧コンクリートと同様に材齢 28 日で 5.7MPa とした。また、早期の道路解放を前提に、早強セメントを使用した。養生方法は標準養生とし、材齢 7, 28, 56, 91 日において JIS A1108 に準拠して曲げ強度試験を行った。

(3) 締固め方法

突固めは、試料を円柱型枠($\phi 10 \times h 20 \text{cm}$)に詰め、マーシャル突固め試験装置(以下、マーシャル)を用いて 50 回突き固めた。振動締固めは、**図-1**に示すような振動締固め試験装置を用いて角柱型枠($10 \times 10 \times 40 \text{cm}$)に試料を詰め、2 層で締め固めた。なお、いずれも目標締固め率 96%となるよう試料質量を計量した。

3. 実験結果および考察

(1) 締固め特性

a) 振動および突固めによる締固め効果の相違

転圧コンクリートの配合設計においては、一般にマーシャルが用いられる。しかし、実施工においては転圧ローラなどによる振動および圧密エネルギーによる締固めを行う。そこで、マーシャルによる突固めと振動締固めにおける締固め効果について比較検討した。

図-2、**図-3** に単位粗骨材容積および水粉体比と締固め率の差(振動締固めによる締固め率－マーシャルによる締固め率)の関係を示す。この結果より、単位粗骨材容積が大きいほどまた水粉体比が小さいほど両者の締固め効果の相違が明瞭に確認できる。前者においては、振動が突固めに比べ粗骨材が相互に位置を変えやすく、振動エネルギーにより次第に間隙が減少し締固め率が高まること、後者においては、水粉体比が小さ

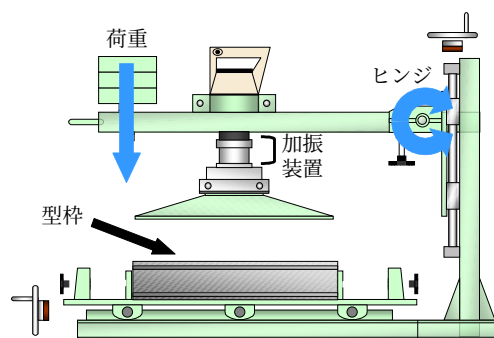


図-1 振動締固め試験装置

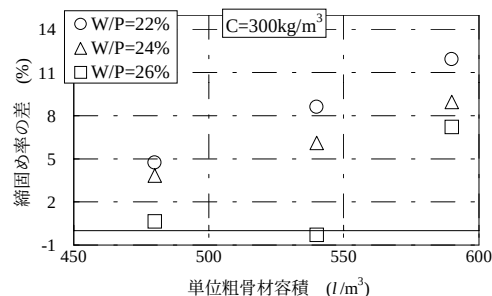


図-2 単位粗骨材容積と締固め率の差の関係

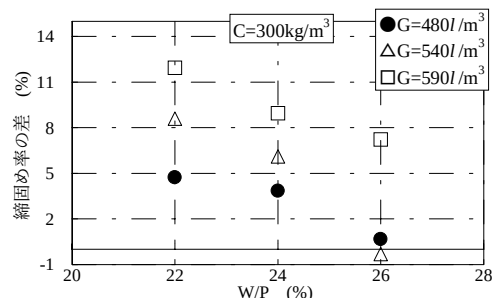


図-3 水粉体比と締固め率の差の関係

い場合にはペーストの粘性が増加することが原因として考えられる。以上から、実施工の再現に近いと考えられる振動締固めにより、締固め率の評価を行った。

b) 配合要因が締固めに与える影響

図-4 に単位粗骨材容積と締固め率の関係を示すが、単位粗骨材容積が増加しても締固め率は低下しないことが確認できる。すなわち、単位粗骨材容積が締固めに与える影響は小さい。

図-5 に水粉体比と締固め率の関係を示すが、締固め率は水粉体比の増加に伴いほぼ線形的に増加することがわかる。

図-6 に単位セメント量と締固め率の関係を示すが、セメント量が締固めに与える影響は小さいことがわかる。

以上から、NS-RCC の締固め率は単位粗骨材容積および単位セメント量に関わりなく水粉体比のみで評価できる。

(2) 強度性状

表-1 に強度測定用配合を示す。図-7 に単位セメント量と曲げ強度の関係を示す。曲げ強度は、いずれの材齢においても単位セメント量の増加に伴い増加していることがわかる。しかしながら、単位セメント量 330kg/m^3 以上においては、単位セメント量の増加に伴う曲げ強度の増加は非常に小さい。また、転圧コンクリートの配合強度 5.7MPa (材齢 28 日) を満足する最小セメント量は 300kg/m^3 程度であると判断できる。このセメント量は普通転圧コンクリートとほぼ同程度である。

4. 配合設計方法の提案

以上の結果をもとに、次のように配合設計方法を提案する。

- ① 水粉体比を一定とし、単位粗骨材容積を実績率の 80～100% で変化させ締固め率を求める。その結果から、単位粗骨材容積を増加させても締固め率が低下しない最大の単位粗骨材容積を決定する。
- ② ①で決定した単位粗骨材容積を固定し、水粉体比を 22～26% 程度の範囲で数点変化させ、水粉体比と締固め率の関係を求める。この関係から、目標締固め率に応じた水粉体比を決定する。
- ③ ①および②で決定した単位粗骨材容積および水粉体比を固定し、単位セメント量を $270\sim 360\text{kg/m}^3$ 程度の範囲で 4, 5 点程度変化させ、所定の材齢における単位セメント量と曲げ強度の関係を求める。この関係より目標強度に応じた最小セメント量を決定する。

5. 結論

- (1) 単位粗骨材容積が大きく水粉体比が小さいほど振動締めの方が突固めよりも締固め効果大きい。
- (2) NS-RCC の締固め率は、水粉体比にみよって評価できる。
- (3) 本研究で提案した配合設計方法により、FA は NS-RCC の細骨材代替材料として十分適用できる。

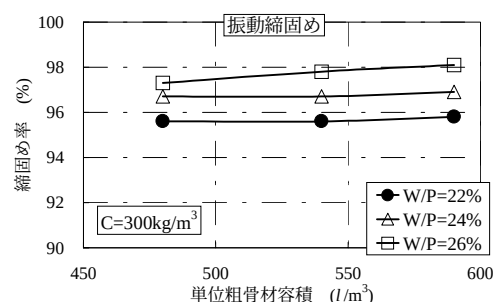


図-4 単位粗骨材容積と締固め率の関係

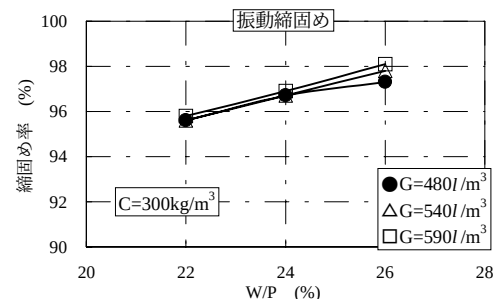


図-5 水粉体比と締固め率の関係

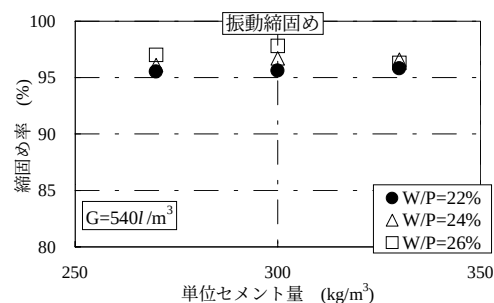


図-6 単位セメント量と締固め率の関係

表-1 強度測定用配合表

W/P (%)	W/C (%)	単位粗骨材容積 (l/m^3)	単位量 (kg/m³)			
			C	W	FA	G
23	54.8	590	270	148	372	1599
	49.7		300	149	349	
	45.8		330	151	325	
	42.2		360	152	302	

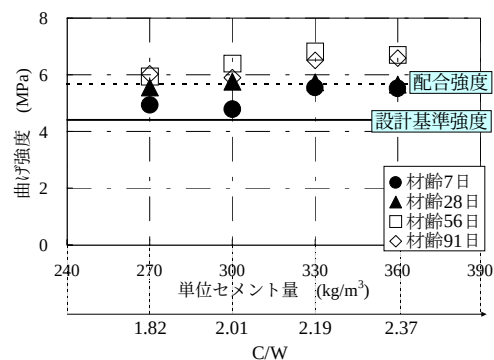


図-7 単位セメント量と曲げ強度の関係