

砕砂使用および低単位セメント量のコンクリートの間隙通過性向上に関する検討

清水建設技術研究所 正会員 ○高橋 圭一
清水建設技術研究所 フェロー 浦野 真次
清水建設土木技術本部 正会員 根本 浩史

1. 目的

土木学会編「施工性能にもとづくコンクリートの配合設計・施工指針 [2016 年版]」(以下、施工性能指針)では、施工性能を確保するための打込みのスランブと単位セメント量の関係の確認図を参考に、配合設計やレディーミクストコンクリートの選定が行われる。ただし、コンクリートのスランブと単位セメント量が同一であっても、それ以外の使用材料や配合の相違によっても加振下でのコンクリートの挙動が相違する。そのため、良好な施工性能を確保するためには、使用材料および配合の選定に十分な検討が必要である。著者らは、これまで主として細骨材率を変化させた場合について、加振下でのコンクリートの間隙通過性の相違を報告してきた^{1),2)}。

高い強度を必要とせずマスコンクリートとなることの多い土木構造物の施工では、単位セメント量が 300 kg/m³程度以下となる配合の場合があり、また使用材料も砕砂を用いたコンクリートなど、比較的良好な施工性能を確保しにくいコンクリートを施工せざるを得ない場合も多い。本報では、単位セメント量が 300 kg/m³以下で石灰砕砂を用いたコンクリートの施工性能について、使用する混和剤の影響に関する検討を行った結果を報告する。

2. 実験概要

2.1 使用材料および配合

本実験では、普通ポルトランドセメント (密度 3.16g/cm³)、碎石 (最大寸法 20mm、表乾密度 2.64 g/cm³、実積率 61.0%)、石灰砕砂 (表乾密度 2.67 g/cm³、実積率 62.5%)、山砂 (表乾密度 2.62 g/cm³、実積率 67.9%) を使用した。配合を表 1 に示す。単位水量を 160 kg/m³で一定とし、配合No.2~5 は水セメント比を 55%として、単位セメント量を 291 kg/m³とした。配合No.3~5 は細骨材を石灰砕砂としている。一般的に、単位セメント量が少なく、粒径の悪い砕砂を用いた配合は、通常のAE減水剤で所定のスランブが得られないことが多く、高性能AE減水剤等を利用してスランブを確保する場合が多い。その場合、加振下において良好な施工性は得られにくくなるものと考えられる。そこで、No.3~5 は同一配合として、加振時の間隙通過性を高めることを目的として、使用する混和剤をそれぞれポルカルボン酸系高性能AE減水剤、増粘剤一液型高性能AE減水剤、高性能AE減水剤+増粘剤を添加した流動化剤 (後添加) とした。各混和剤の添加量は、目標スランブを考慮して適宜定めた。

2.2 間隙通過性試験

本実験では、加振下でのコンクリートの間隙通過性の相違を検討するため、施工性能指針で新たに制定された「ボックス形容器を用いた加振時のコンクリートの間隙通過性試験方法 (案) (JSCE-F 701-2016)」に準拠した。

表 1 コンクリートの配合

No.	目標 スランブ (cm)	水セメ ント比 W/C (%)	細骨 材率 s/a (%)	単位量 (kg/m ³)					使用した混和剤
				水 W	セメント C	細骨材 S 山砂	細骨材 S 砕砂	粗骨材 G	
1	12	50.0	45.0	160	320	817	0	1012	AE 減水剤
2		55.0			291	829	0	1021	AE 減水剤
3		55.0			291	0	845	1021	高性能 AE 減水剤
4		55.0			291	0	845	1021	増粘剤一液型 高性能 AE 減水剤
5		55.0			291	0	845	1021	高性能 AE 減水剤+ 増粘剤添加型流動化剤

キーワード 施工性能, スランブ, 間隙通過性, 砕砂, 細骨材率

連絡先 〒135-8530 東京都江東区越中島 3-4-17 清水建設 (株) 技術研究所 TEL 03-3820-6967

3. 実験結果

3.1 練上がり直後の性状

表-2に練上がり直後のスランプ等を示す。いずれも、使用した混和剤の添加量を調整することにより、12cm前後のスランプが得られている。山砂を用いたコンクリートの状態は、観察の結果良好であった。しかし、砕砂を使用した場合のコンクリートの状態は、高性能AE減水剤でスランプを確保したNo.3においてやや分離傾向となり、ワーカブルな状態とは言えなかった。増粘剤一液型高性能AE減水剤を用いたNo.4、増粘剤を添加した流動化剤を後添加したNo.5の配合については、改善の傾向が認められた。

施工性能を確保するための打込みのスランプと単位セメント量の関係の確認図の柱部材の例において、本実験の配合の練上りのスランプと単位セメント量の関係を図-1に示す。この図からは、単位セメント量がやや下限に近い量ではあるものの、施工性能の確保は可能な範囲であると考えられる。ただし、鉄筋が高密度の部材に充填する場合、この図のみからは間隙通過性の良否は判断することができない。

3.2 間隙通過時間について

ボックス容器を用いた加振時のコンクリートの間隙通過性試験結果を図-2に示す。間隙通過時間は、山砂を使用し、単位セメント量を 320 kg/m^3 としたNo.1が最も小さくなった。また、単位セメント量 291 kg/m^3 のケースでは、やはり山砂を使用したNo.2の間隙通過時間が小さくなっている。一方、細骨材を砕砂とし、高性能AE減水剤のみで製造したNo.3の間隙通過時間は著しく大きくなった。細骨材の粒子形状が悪化することで、間隙通過性の低下が確認された。増粘剤一液型高性能AE減水剤を使用したNo.4、高性能AE減水剤に後添加で増粘剤混入流動化剤を使用したNo.5のケースでは、間隙通過時間を小さくすることができた。山砂を使用した場合ほどではないが、加振下での間隙通過時の骨材の噛合いを低減する効果があるものと考えられる。

3.3 間隙通過時の材料分離抵抗性について

加振時の間隙通過試験から求めた粗骨材量変化率の結果を図-3に示す。加振時の間隙通過前後において、間隙通過時間が大きくなると粗骨材量変化率が大きくなった。細骨材を砕砂とした場合、増粘剤を使用した混和剤とすることで、粗骨材量変化率も小さくすることができた。

4. まとめ

単位セメント量が 300 kg/m^3 以下で石灰砕砂を用いたコンクリートの施工性能について、使用する混和剤の影響に関する検討を行った結果、増粘剤を添加した混和剤を使用することにより、間隙通過性を向上させることができることを明らかにした。

参考文献

- 1) 浦野真次, 高橋圭一, 根本浩史: 加振下での間隙通過性と型枠内での鉄筋通過挙動の関係に関する検討, 第70回年次学術講演会講演概要集, V-207, pp.413-414, 2015.9
- 2) 浦野真次, 高橋圭一, 根本浩史: 型枠内での鉄筋間通過時の粗骨材の均一性に関する検討, 第71回年次学術講演会講演概要集, V-318, pp.635-636, 2016.9

表-2 フレッシュ性状

No	練上りスランプ (cm)	空気量 (%)	コンクリートの状態
1	11.5	3.8	良好
2	13.5	5.0	良好
3	10.5	4.6	やや分離傾向
4	13.5	3.9	やや良好
5	14.5	5.6	やや良好

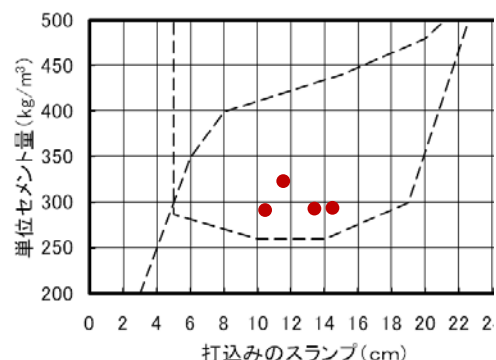


図-1 打込みのスランプと単位セメント量の関係の確認図

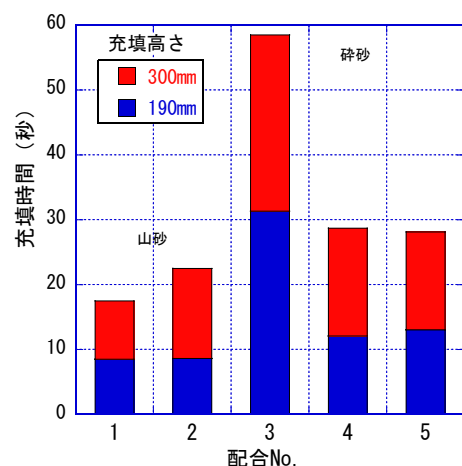


図-2 各配合の190・300mm到達時間

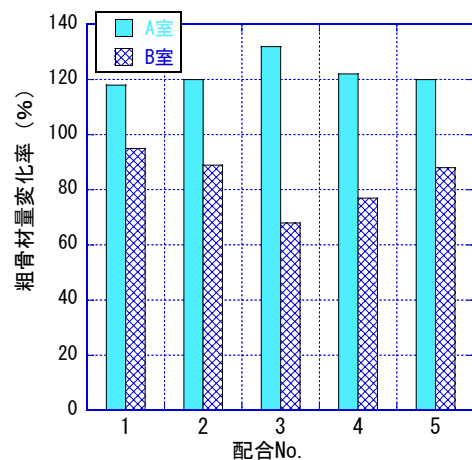


図-3 粗骨材量変化率