

令和5年度 研究成果の概要(1/2)

研究テーマ:「混和材大量使用締固めを必要とする高流動コンクリートの開発」
研究代表者 ・氏名(ふりがな): 加藤 佳孝(かとう よしたか) ・所属、役職: 東京理科大学 創域理工学部社会基盤工学科、教授
研究期間: 令和4年10月～令和7年3月
研究参加メンバー(所属団体名のみ) 東急建設(株)
研究の背景・目的 本研究は、低CO ₂ 排出量あるいはCO ₂ 固定した混和材を大量に使用した締固めを必要とする高流動コンクリートを開発し、従来コンクリートよりもCO ₂ 削減、施工の合理化および耐久性の向上を実現することを目指す。本年度は、昨年度より開始した鋼材腐食抑制方法の検討に必要な物質の透過に対する抵抗性のデータを取りまとめた。また、実構造物を模擬した標準的な配筋量の壁部材を対象とした施工実験を行い、施工性の評価を実施した。
研究内容(研究の方法・項目等) 本研究では、高炉スラグ微粉末の置換率を70%、80%としたコンクリート(以降、そのように作製したコンクリートをそれぞれB70、B80と称する)を対象に、i) 昨年度より実施している、呼び強度24N、27N、30Nに対応させた水セメント比で作製したコンクリート試験体に関して、物質の透過に対する抵抗性のデータを取りまとめた。また、ii) 実構造物を模擬した標準的な配筋量の壁部材を対象に施工性を検証する。なお、本研究の全体イメージ図を図-1に示す。 i)について、養生91日の圧縮強度および静弾性係数の測定に加えて、物質の透過に対する抵抗性として、中性化速度係数、水分浸透速度係数および塩化物イオン拡散係数(非定常電気泳動試験による)について測定した。 ii)について、実大施工実験に先立ち、市中のプラントで開発コンクリートの配合検討および試し練りを行った。試し練りは各配合で2バッチ練り混ぜ、一方でスランプフロー、空気量、コンクリート温度の経時変化、もう一方で間隙通過速度、粗骨材量比率を測定した。結果として、全ての配合で練混ぜ直後および練混ぜから60分経過後でも所定のフレッシュ性状を満足する結果であった。また、圧縮強度試験結果についても、いずれの配合も材齢28日で呼び強度27Nを上回っていた。以上から、開発するコンクリートは市中プラントで製造可能であることを確認できた。実大施工実験では、呼び強度27Nのコンクリートをポンプ圧送により型枠内に打ち込み、高周波バイブレータで締固めを行った。部材の寸法は、500×4000×2000mmである。実験条件は表-1の通りであり、従来のスランプ12cmのコンクリートを使用して標準的に施工した場合の施工時間、施工人員や出来栄等を比較することで施工性を検証した。打ち込み完了後は、材齢5日で脱型し、材齢12日まで不透水性シートで覆って湿潤養生を行った。

本研究の開発対象

混和材(高炉スラグ微粉末等) 大量使用 締固めを必要とする高流動コンクリート

R5年度の検討

試験Ⅰ) 硬化体の特性把握

- ・91日圧縮強度
- ・91日静弾性係数
- ・長さ変化
- ・中性化速度係数
- ・水分浸透速度係数
- ・Cl⁻拡散係数

試験Ⅱ) 実大施工実験 ⇒ 従来コンとの施工性比較

次年度以降、硬化品質の検討

図-1 本研究の全体イメージ図

図-1 実大施工実験の実験条件および測定項目

記号	セメント 種類	SL・SF [※] (cm)	締固め 作業高さ(m)	標準的な施工方法				測定項目
				打込み高さ(m/層)	打込み間隔(m)	締固め時間(sec)	締固め間隔(cm)	
SL12N	N [※]	12	2	40～50	2～4	5～15	50以下	SL・SF/空気量/温度/外気温/施工時間/充填状況/初期欠陥/出来栄
SF45B80	B80	45			流動距離 5m以下	5程度	50～100	
SF45B70	B70							
SF45N	N							

※N: 普通ポルトランドセメント、※※SL・SF: スランプ・スランプフロー

令和 5 年度 研究成果の概要(2/2)

研究成果の概要

i) 硬化特性

硬化特性について、材齢 28, 91 日時点での圧縮強度、静弾性係数について、N コンクリートと比較して同等程度であった。長さ変化について、半年経過時点では N, B80, B70 の順で大きい傾向であったが、1 年経過時点では各配合間で同程度となった。また、いずれの配合でも呼び強度（水結合材比）による差はあまり見られない結果であった。今後も測定を継続する予定である。中性化速度係数に関して、B70, B80 は N と比較して 2.2～2.8 倍程度大きかった。また、水分浸透速度係数および塩化物イオン拡散係数に関して、B70 および B80 は、N と比較してそれぞれ 0.33～0.67 倍、0.14～0.20 倍と非常に小さいという結果となった。

ii) 実大施工実験

試験施工結果について、試験中のフレッシュ性状の変化は、SL12N : SL -1.0cm・Air -0.3%, SF45B80 : SF +0.5cm・Air -0.7%, SF45B70 : SF -0.5cm・Air -0.1%, SF45N : SF +0.5cm・Air +0.1%であり、ほとんど変化がなかった。施工に要した時間を比較すると、打込みに要した時間は SF45B70 < SF45B80 < SF45N < SL12N, 締固めに要した時間は SF45B80 < SF45B70 < SF45N < SL12N, 施工時間は SF45B80 < SF45B70 < SF45N < SL12N の順であった。図-2 に各配合の SL12N との施工時間比を示す。本実験では、部材あたりのコンクリート数量が少ないため施工人員は変わらなかったが、開発コンクリートを使用することで施工時間は 50%以上削減できることが確認できた。また、SL12N と締固め時間を比較すると半分以下であることから、締固めに要する労力を低減できることが分かった。図-3 に脱型後の充填状況を示す。目視評価結果について、いずれの配合とも表面に初期欠陥は確認されなかった。また、出来栄は、標準的な打上がり速度 2.0～3.0m/h よりも速く打ち上げたため（9.8～12.3m/h）、打重ね線は生じなかったが、一部に軽微な沈みひび割れが生じた。目視評価法の点数は、一般的に「良」とされる範囲の中で 4～1 点に分類し、「3 点」を現場で達成しうる平均的な品質としている。本実験の各 No.の合計から求めた平均値は、3.5～3.6 点であり、全体的に良好な出来栄であった。材齢 28 日の試験体の圧縮強度および静弾性係数についても、圧縮強度および静弾性係数はいずれの配合とも呼び強度 27N を上回っていた。SF45B70 の圧縮強度および静弾性係数が他と比較して小さかったが、受入れ時の空気量が大きかったこと、コンクリート温度が低かったことが影響しているものと考えられる。実大施工実験結果より、開発コンクリートの施工性は、従来のスランプ 12cm と比較して施工時間を 50%以上削減できることが分かった。また、開発コンクリートを使用した場合、施工時間や締固めに要する労力を削減した上で構造物に初期欠陥は発生せず、出来栄は同等以上であった。

以上より、硬化特性は、中性化に対する抵抗性を除き、N コンクリートと同等以上であることがわかった。また実大施工実験結果より、従来のスランプ 12cm のコンクリートと比較して、出来栄は同等以上でありながら施工時間を 50%以上削減できることが分かった。次年度は、実大施工実験の壁部材の硬化体品質を確認し、品質変動について検証する。また、開発コンクリートに関するマニュアルを作成する。

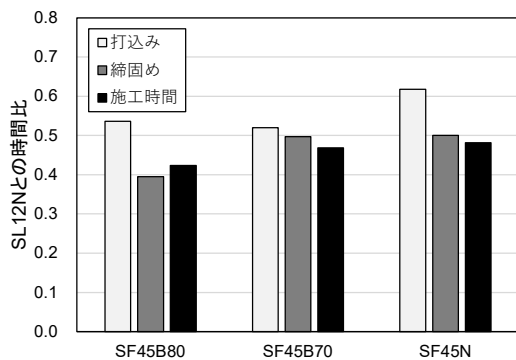


図-2 SL12N との施工時間比

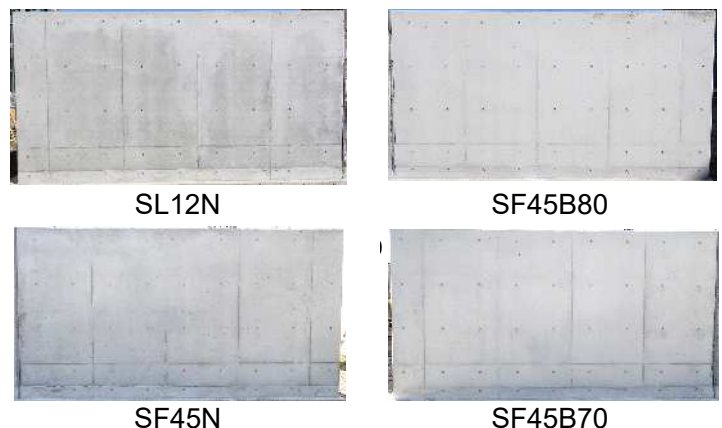


図-3 脱型後の充填状況（前面）