

## 令和6年度 研究成果の概要(1/2)

<b>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」</b>
<b>研究代表者</b> ・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
<b>研究期間:令和4年10月～令和7年3月</b>
<b>研究参加メンバー(所属団体名のみ)</b> 東急建設(株)
<b>研究の背景・目的</b> 本研究は、低CO <sub>2</sub> 排出量を実現できる混和材量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 <sub>2</sub> 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、実構造物を模擬した実験による施工性および硬化体品質変動を検証するため、昨年度の実験で構築した壁部材の硬化体品質に加え、技術ニーズに対応するため、根固めブロックを対象に施工性および硬化体品質の評価を行った。本年度が研究期間の最終年度となることから、社会実装に向けて、開発したコンクリートの設計・施工マニュアルを整備した。
<b>研究内容(研究の方法・項目等)</b> 本研究では、呼び強度 24, 27 相当、スランプフロー45cm、混和材として高炉スラグ微粉末の置換率を 70%, 80% (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) としたコンクリートを対象とする。 本研究の検討課題として、次に示す項目を設定している。 ① 配合設計方法の検討 (A: 配合要因, B: 鋼材腐食抑制方法の確立) ② 実構造物を模擬した実験による施工性および硬化体品質変動の検証 ③ マニュアルの整備 本年度は、②と③について検討を行った。図1に本研究の開発コンセプトおよび本年度の検討事項を示す。 <u>②実構造物を模擬した実験による施工性および硬化体品質変動の検証</u> この項目では、昨年度の実験で構築した壁部材の硬化体品質に加え、技術ニーズ「GXの取組として、環境負荷軽減の材料にて根固めブロックの製作・備蓄」に対応するため、実大の根固めブロック(3t級)を対象に施工性および硬化体品質の評価を行った。なお、比較として、壁部材ではSL12NとSF45N、根固めブロックでは24-8-20BBを施工した。 <u>③マニュアルの整備</u> これまでの研究成果を基に、設計・施工マニュアルを整備した。
<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="width: 45%;"> <p style="text-align: center;"><b>本研究の開発コンセプト</b></p> <p style="text-align: center;">                         混和材大量使用 (高炉スラグ微粉末等)                     </p> <p style="text-align: center;">+</p> <p style="text-align: center;">                         締固めを必要とする 高流動コンクリート                     </p> <p style="text-align: center;">↓</p> <p style="text-align: center;">                         設計基準強度を満足するためW/Cを小さく ↓                          過剰な呼び強度とならずに高粘性=材料分離しにくい 高流動=扱いやすい ↓                          混和材を大量に使用してCO<sub>2</sub>を削減、高流動で省力化                     </p> </div> <div style="width: 45%;"> <p style="text-align: center;"><b>R6年度の検討事項</b></p> <p style="text-align: center;">②実構造物を模擬した実験</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="width: 45%;"> <p style="text-align: center;">従来コン 開発コン</p> <p style="text-align: center;">壁部材</p> <p style="text-align: center;">硬化体品質 (材齢300日)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・圧縮強度</li> <li>・ヤング係数</li> <li>・超音波伝播速度</li> <li>・表層透気透気係数</li> <li>・水分浸透速度係数</li> <li>・中性化深さ</li> </ul> </div> <div style="width: 45%;"> <p style="text-align: center;">従来コン 開発コン</p> <p style="text-align: center;">根固めブロック</p> <p style="text-align: center;">施工性</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・施工時間</li> <li>・出来栄</li> </ul> <p style="text-align: center;">硬化体品質 (材齢28日)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・圧縮強度</li> <li>・超音波伝播速度</li> <li>・表層透気透気係数</li> </ul> </div> </div> </div> </div>
<b>図1 本研究の開発コンセプトおよび本年度の検討事項</b>

## 令和6年度 研究成果の概要(2/2)

### 研究成果の概要

#### ②実構造物を模擬した実験による施工性および硬化体品質変動の検証

##### 壁部材の硬化体品質

図 2 にコア採取位置と供試体に対する圧縮強度比およびヤング係数比を示す。なお、壁部材に用いたコンクリートの呼び強度は全て 27 である。強度の変動は、B70 で圧縮強度比：1.00~1.23，ヤング係数比 0.94~1.13，B80 で圧縮強度比：0.82~1.01，ヤング係数比 0.91~1.12 であった。既往の研究より，自己充填性高流動コンクリートの強度の変動は，圧縮強度比 0.77~1.15 であり，B70 および B80 は同程度の変動であった。

図 3 に超音波伝播速度に基づく試験体の均質性を示す。超音波試験は試験体を透過させて 200mm 間隔で測定した。超音波伝播速度で判定されるコンクリートの品質は，B70，B80 ともに SL12N，SF45N と同様に「良」に該当する。また，超音波伝播速度のばらつきは小さく，SL12 と SF45 で同程度であることから，コンクリート内部の均質性が高いと考えられる。

図 4 に試験体の表層透気係数を示す。表層透気試験は B80 と SL12N は水平方向 1m 間隔，鉛直方向 0.5m 間隔で測定した。表層透気係数で判定されるコンクリートの品質は，B70 で「一般」，B80 で「良」に該当する。表層透気係数のばらつきは，各コンクリート種類で小さく，一様な表層品質を確保できていると考えられる。

##### 根固めブロック (BL) の施工性および硬化体品質

図 5 に根固め BL の 1 個あたりの CO<sub>2</sub> 排出量を示す。根固め BL に用いられるコンクリートの標準仕様は 24-8-20BB (以降，従来コンクリートと称す) であるが，根固め BL の 1 個あたりの CO<sub>2</sub> 排出量は，従来コンクリートで 165kg-CO<sub>2</sub>/個，B80 で 81 kg-CO<sub>2</sub>/個となり，27-45-20B80 (以降，B80 と称す) を用いることで約 51%削減できる。

図 6 に根固め BL の 1 個あたりの施工時間割合を示す。B80 を用いた場合の製作に要する時間割合は，従来コンクリートと比較して打込みの時間は 88%とわずかに削減する程度であるが，締固めの時間は 14%と大きく削減できた。B80 の製作に要する時間 (施工時間) は従来コンクリートと比較して 48%となり，約 52%削減できることが確認できた。

図 7 に各材齢の圧縮強度を示す。B80 の圧縮強度は， $\sigma_2$ ：6.0N/mm<sup>2</sup>， $\sigma_4$ ：16.9N/mm<sup>2</sup>， $\sigma_5$ ：20.6N/mm<sup>2</sup>， $\sigma_{28}$ ：35.1N/mm<sup>2</sup> であり，従来コンクリートと比較すると，材齢 2 日では同程度，材齢 4 日以降では高い強度を示した。今回対象とした根固め BL の打込み後の作業可能強度は，揚重を考慮した脱型強度が 5.01N/mm<sup>2</sup>，転置強度が 5.31N/mm<sup>2</sup> であり，標準施工サイクルでは材齢 4 日で脱型を行うが，B80 を用いた場合でも従来コンクリートと同様の施工サイクルで製作可能であることが確認できた。

実大施工実験の結果より，B70 と B80 は従来コンクリートと比較して，施工性は施工時間を 50%以上削減し，硬化体の品質は同等以上であることを確認できた。

#### ③マニュアルの整備

マニュアルは，これまでの研究成果を基に，開発コンクリートの設計と施工の標準的な方法を示し，一般的な範囲は土木学会刊行図書を参照することで，適用先である構造物の品質を確保できるものを整備した。



図 2 コア採取位置と圧縮強度・ヤング係数比

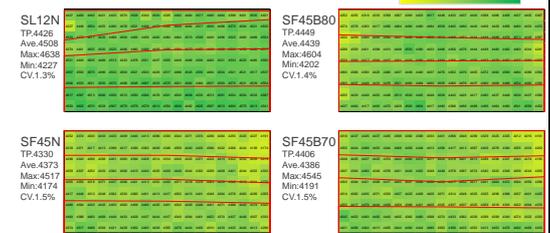


図 3 超音波伝播速度に基づく試験体の均質性



図 4 試験体の表層透気係数

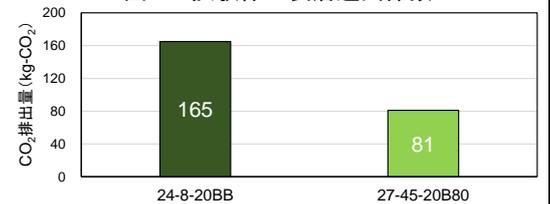


図 5 根固め BL の 1 個あたりの CO<sub>2</sub> 排出量

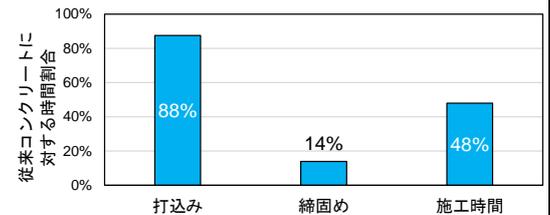


図 6 根固め BL の 1 個あたりの施工時間割合

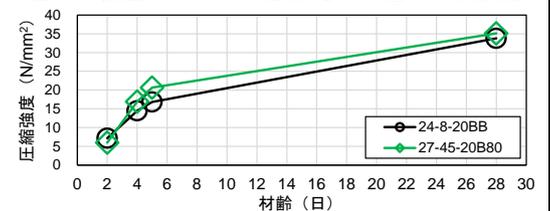


図 7 各材齢の圧縮強度