

環境配慮型コンクリートを用いた二次製品の製作について

山本 泰介*

Taisuke Yamamoto

高木 雄介*

Yusuke Takagi

1. はじめに

低炭素社会の実現に向けて、ポルトランドセメントの一部分あるいは大部分を副産物である高炉スラグ微粉末やフライアッシュ等の混和材で置き換えた環境配慮型のコンクリートが注目されている。当社では高炉スラグ微粉末を積極的に利用した「スラグリート」を実用化している。今後、社会全体の脱炭素化を促進するためには、スラグリートの二次製品への展開・普及も必要であると考えた。

本報では、ポルトランドセメントの70%および90%を高炉スラグ微粉末に置き換えたスラグリート2配合をコンクリート二次製品に用いた場合の配合やフレッシュ性状、強度特性（圧縮強度、曲げ耐力）および製品の出来形について概要を報告する。なお、スラグリートは、戸田建設株式会社との共同開発技術である。

2. 実験概要

使用材料を表一に、コンクリート配合を表二に示す。スラグリートの配合は、セメントの70%（以下、B70）および90%（以下、B90）（質量比）を高炉スラグ微粉末に置き換えた2配合である。また、二次製品工場で一般に用いられている基準配合を比較として加えた。なお、表中には各配合のCO₂排出量の試算値を既報文献¹⁾を参考に算出して併記した。例えば、スラグリート配合のCO₂排出量について、B90は基準配合に比べて、約80%削減される。化学混和剤のAE剤および高性能減水剤は市販品を使用し、ポルトランドセメントの種類は、スラグリートは早強、基準配合は普通である。

配合設計は、製作する二次製品の設計基準強度（30 N/mm²）と早期材齢での脱型強度などを考慮し、水結合材比および単位水量は当社での実験データを参考に決定した。試験項目は、圧縮強度試験（JIS A 1108）、曲げ耐力試験（JIS A 5372）とした。

3. コンクリート二次製品の製作

スラグリートのフレッシュ性状を写真一に示す。高炉スラグ微粉末を多量に使用し、結合材に占めるポルト

ランドセメントの割合が10～30%の配合でも、目標のフレッシュ性状を確保できた。また、コンクリート二次製品の製作状況を写真二に示す。今回、製作した製品は、上ぶた式U形側溝（300 B（1=600 mm））本体で、ここではB70の配合を用いた。

表一 使用材料

使用材料	記号	物性値等
セメント	HC	早強ポルトランドセメント 密度 3.15g/cm ³
高炉スラグ微粉末	BFS	高炉スラグ微粉末 4000(せつこう添加) 密度 2.91g/cm ³
水	W	上水道水 密度 1.00g/cm ³
細骨材	S	砕砂 表乾密度 2.62g/cm ³
粗骨材	G	砕石 2005 表乾密度 2.70g/cm ³
化学混和剤	AD	高性能減水剤 (1種) (二次製品用)
	AE	AE剤 (1種) アルキルエーテル型陰イオン界面活性剤

表二 コンクリート配合

配合 記号	BFS/B (%)	W/B (%)	単位量 (kg/m ³)					CO ₂ 排出量 (kg/m ³)
			W	B		S	G	
				HC	BFS			
B70	70	34.9	145	124	291	776	983	108.5
B90	90	34.9	145	41	374	773	977	47.0
基準配合 (参考)	—	42.6 (W/C)	145	340 (C)	—	707	1166	266.6



写真一 フレッシュ性状



写真二 二次製品製作状況

* 技術研究所土木技術グループ

4. 二次製品の出来形

製作した二次製品の出来形を写真―3に示す。型枠の取り外しは、蒸気養生（最高温度 65℃ 設定）をおこなった後、材齢 1 日で実施した。一般に、高炉スラグ微粉末を多量に用いたコンクリートは初期強度の発現性が低く、品質確保の観点から養生期間を長くする必要がある。このため、コンクリート二次製品のような短いサイクルで型枠を取り外すものには不向きとされる。今回、脱枠が基準配合と同様に材齢 1 日で可能となるように水結合材比を調整した結果、剥離や欠けなどの不良は発生しなかった。

また通常、高炉スラグ微粉末を使用したコンクリートでは、脱型直後に特有の青緑色の発色が見られる。この発色は水和反応の進行やコンクリート面が大気中に曝される過程の数週間で退色した。

5. 圧縮強度および曲げ耐力試験結果

(1) 圧縮強度

図―1 は圧縮強度結果である。コンクリート二次製品は、一般に翌日脱型や緊張力導入などの理由から早期強度が必要となるため、混合セメント等は使用せず、また蒸気養生などの促進養生が行われる。今回は、コンクリート温度が 8℃ と環境温度が低い条件下で二次製品の製作を実施したが、B70、B90 いずれも脱枠時強度である 12 N/mm^2 （材齢 1 日）および設計基準強度 30 N/mm^2 （材齢 14 日）を上回る結果を得られた。なお、材齢 1 日での圧縮強度は、スラグリートと基準配合で同程度であったものの、材齢 14 日ではスラグリートの方がやや小さい値となった。スラグリートは高炉スラグ微粉末を多量に用いたコンクリートのため、環境温度や養生温度が材齢強度に与える影響が大きい。そのため、配合設計にあたっては、温度条件を考慮して試し練りなどで事前に圧縮強度を確認する必要がある。

(2) 曲げ耐力試験

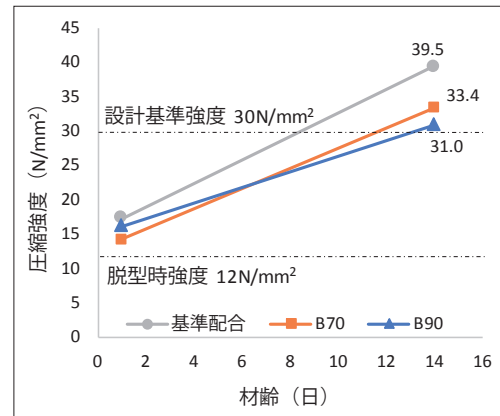
図―2 は曲げ耐力試験結果を示している。今回製作した上ぶた式 U 形側溝の規定荷重は 17 kN（材齢 14 日）である。試験では、規定荷重を十分に上回る値を得られ、製品として問題がないことを確認した。

6. おわりに

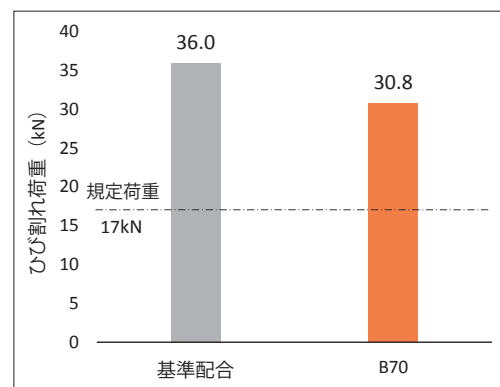
本報では、これまで現場打ち施工で実績のあるスラグリートの二次製品への適用性について報告した。今回、製品の出来形や圧縮強度および曲げ耐力は、基準配合を用いた現行製品と同等であることを確認できた。ポルトランドセメントの大部分を高炉スラグ微粉末に置き換える本技術は、製造工程を大きく変更することなく二次製



写真―3 二次製品の出来形



図―1 圧縮強度結果



図―2 曲げ耐力試験結果

品の製作が可能であった。ここでの成果は、脱炭素社会の実現に向けた取組みの一環として、持続可能な建設材料の社会実装に資するものであり、本技術の普及に期待する。

7. 謝辞

本実験にあたり、宮城大学北辻政文教授、株式会社ダイイチなど関係する方々にご協力を賜りましたことに深く感謝の意を表します。

参考文献

- 1) コンクリートライブラリー 125 コンクリート構造物の環境性能照査指針（試案），p. 15, 2005.