

環境配慮コンクリートを用いたプレキャストボックスカルバートの製造

(株) ホクエツ関東 正会員○濱本亮, 笠石理人

大成建設(株)技術センター 正会員 荻野正貴, 正会員 大脇英司

1. はじめに

2050 年のカーボンニュートラルの達成に向け、コンクリート製品にも温室効果ガスの排出抑制が求められている。著者らは、コンクリートの材料製造に関わるCO₂排出量の削減を目指し、ポルトランドセメントを高炉スラグ微粉末で置換した環境配慮コンクリートを開発している。環境配慮コンクリートを用いて使用材料のCO₂排出量を従来製品の約50%に削減し、ボックスカルバートを製造した結果について報告する。

2. 環境配慮コンクリートの配合検討

使用した環境配慮コンクリートの粉体構成を図-1に示す。工場設備を考慮し、高炉スラグとポルトランドセメントを含む粉体構成とした。土木学会が示す「混和材を大量に使用したコンクリート」²⁾に相当する。

環境配慮コンクリートの水結合比を30%, 35%, 40%とし、ボックスカルバートに用いる配合を検討した。スランプフロー、空気量、練上り温度は所定の性状を満足した(表-1)。なお、寒冷地での使用を想定し、空気量の目標値は6%とした。圧縮強度は、高炉スラグ微粉末を多量に使用したため初期強度の発現に時間を要することが懸念されたが、いずれの配合物も養生条件を積算温度400℃以上とすることで、打込み翌日に脱型に必要な強度を発現した。その後、屋外に静置した。標準的な製品出荷予定日である材齢14日には十分な強度が得られた(表-2)。一連の養生は従来と同様であり「製品同一」と称す。圧縮強度と結合材水比の関係を、標準養生の場合と比較して図-2に示す。圧縮強度と結合材水比は相関係数0.9以上の高い相関性を示し、結合材水比を用いて材料設計することが可能であった。また、強度は標準養生を行った場合と大きな差はなく、良好に給熱養生が行われたことを確認した。なお、CO₂排出量は、使用する粉体がポルトランドセメントのみで構成される従来の製品の場合と比較して約50%削減できた(表-2)。

工場設備を考慮し、スランプフロー45cm程度の中流

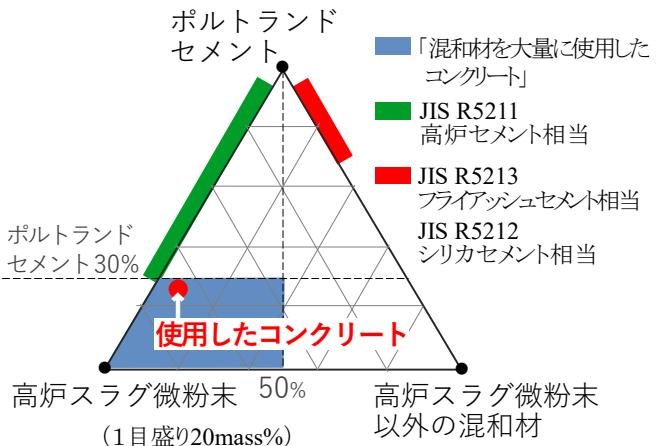


図-1 環境配慮コンクリートの粉体構成

表-1 環境配慮コンクリートのフレッシュ性状

水結合材比 (%)	スランプフロー (cm)	空気量 (%)	練上り温度 (℃)
30	50.0	6.6	21.0
35	47.5	6.3	21.0
40	41.0	6.1	21.0

表-2 環境配慮コンクリートの強度発現性

水結合材比 (%)	圧縮強度(N/mm ²)			CO ₂ 削減率 (%)
	材齢(日)※			
	1	14	28	
30	41.1	54.9	59.4	41
35	33.3	49.8	55.7	49
40	27.7	41.2	47.1	54

※：養生条件は従来の製品と同様

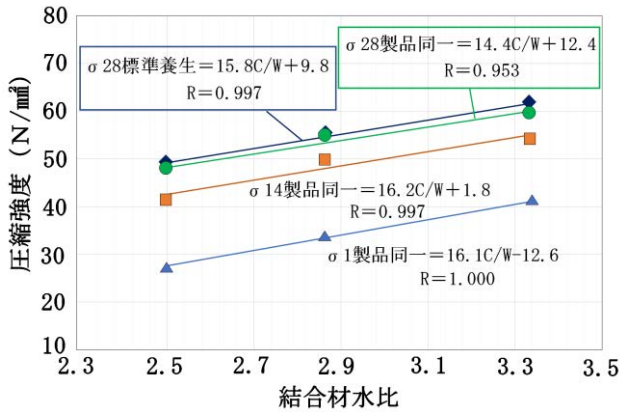


図-2 圧縮強度と水結合材比の関係

キーワード CO₂排出量削減, 副産物利用, 混和材, 高炉スラグ, プレキャスト, ボックスカルバート

連絡先 〒330-0801 さいたま市大宮区土手町一丁目 38-1-2F (株) ホクエツ関東 TEL 048-783-3462

動コンクリートが製品の製造に望ましいと考え、水結合比 35%の配合を用いて夏季と冬季に試験練りを行い、外気温の影響を確認した。フレッシュ性状は、夏季、冬季とも練上り 30 分後のスランプフローが概ね 45cm であり、材料分離は観察されなかったことから、工場での製造に適した流動性を確保できた(表-3)。また、圧縮強度は前項に示した結果と同等であり、冬季においても脱型や出荷に必要な強度を有していた。これらから、ボックスカルバートには水結合比 35%の配合を用いることとした。

3. PCa 工場におけるボックスカルバートの製造

PCa 製品 (JIS A 5372 推奨仕様 C-4 鉄筋コンクリートボックスカルバート 700×700×2000) を製造し、製造性、製品の外観および曲げ強度を確認した。

スランプフロー57cm のコンクリートを打ち込み、目視により分離することなく充填でき、適切に締固めができることを確認した(写真-1)。仕上げ作業は従来の製品と同様に行い、平滑な面を仕上げることもできた(写真-2)。脱型時の製品は写真-3 のように青みを帯びていたが、標準的な製品出荷予定日である材齢 14 日までに写真-4 のように白色となり、出荷に支障のない色合いとなった。また、脱型時および材齢 28 日において収縮等によるひび割れや欠損は見られず、良好な品質の製品を製造できた。

材齢 16 日において図-3 に示す方法で曲げ強度試験を行った。ひび割れ幅が 0.05mm を超えるひび割れが目視で観察されるまで荷重を増やし、荷重-たわみ曲線を得た(図-4)。ひび割れ発生荷重は 268.6 (kN/2m) であった。これは使用したコンクリートの曲げ引張強度が 6.0N/mm² であることに相当する。規格値である 117.0 (kN/2m) の約 2.3 倍であり、製品として十分な性能を有していた。また、荷重-たわみ曲線は従来の製品と類似し、同等の強度特性を持つと考えられる。

4. まとめ

CO₂ 排出量を従来の製品と比較して約 50%削減できる環境配慮コンクリートを用いてボックスカルバートを製造し、従来の製品と同等の製造性と、製品の性能を持つことを確認した。他の製品への展開を含め、環境配慮コンクリートの普及を進めたい。

参考文献

- 1) 大脇英司ほか: 混和材を大量に使用したコンクリートと事例, コンクリート工学, Vol.57, No.1, pp.71-74, 2019.1.
- 2) 土木学会: 混和材を大量に使用したコンクリート構造物の設計・施工指針(案), コンクリートライブラリー152, 2018.

表-3 フレッシュ性状への外気温の影響

環境	コンクリート温度(℃)		スランプフロー(cm)	
	練上り	30 分後	練上り	30 分後
夏季	25	25	55.0	43.0
冬季	10	11	53.0	45.0



写真-1 打込み状況



写真-2 仕上げ状況



写真-3 脱型時外観



写真-4 14 日外観

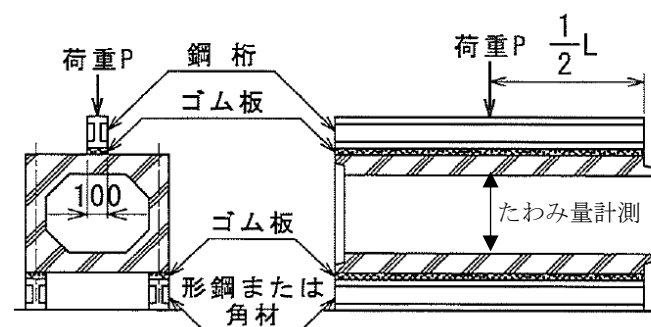


図-3 曲げ試験の方法

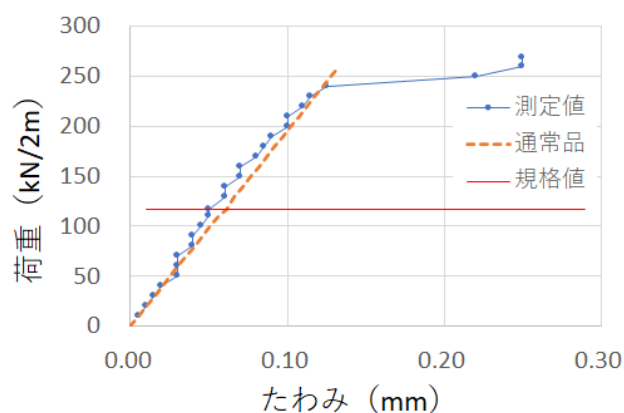


図-4 曲げ荷重-たわみ試験結果