

低炭素型舗装コンクリートの試験施工

(株) 大林組 フェロー会員 ○新村 亮
(株) 大林組 正会員 野島省吾
(株) 大林組 田中寛人

1. はじめに

2050 年のカーボンニュートラル社会の実現を目指して、建設工事においても CO₂ 排出量の削減が求められている。コンクリート材料の低炭素化のために、高炉スラグ微粉末（以下、高炉スラグ）等の産業副産物でセメントを大幅に置換したコンクリートが開発され適用が拡大している。さらに、CO₂ を固定化した CCU（CO₂ 回収・利用）粉体を使用することで、コンクリートをカーボンニュートラルにする技術も開発されている¹⁾。そこで、これらのコンクリートを舗装コンクリートに使用した場合の施工性や品質を明らかにするため、試験施工を行ったのでその結果を報告する。

2. 試験方法

使用したコンクリートの材料と配合を表-1, 2 に示す。CC 配合が高炉スラグを多量添加した低炭素型のコンクリートであり、CN 配合がさらに CCU 粉体を混合したカーボンニュートラル配合である。CCU 粉体としてはコンクリート二次製品工場の廃水と排ガスから製造された炭酸カルシウムを使用した。CN 配合は粉体量が多いため、流動性の高いコンクリートとした。舗装コンクリートの設計基準曲げ強度 4.5N/mm²²⁾に相当する圧縮強度 30N/mm² で配合設計を行った。コンクリートは生コンクリート工場で製造し、アジテータ車で運搬した。高炉スラグを多量置換した場合、スランプロスが大きくなる傾向があるので、CN 配合には専用の混和剤を使用した。CC 配合には一般用を使用した。流動性の保持剤を別添加した。

試験施工は 4 月 20 日に行った。試験体は施工目地 5m 間隔を模擬して平面寸法を 5m×3m、交通量区分 N4 相当の厚さ 20cm とした²⁾。ひび割れ防止のため D13 を 150mm 間隔で配筋し、配合毎に 1 体を施工した。コンクリートはバケットで打設し、養生はそれぞれの版を縦に 2 分割し、CC 配合には通常の養生マット (CM) と保温性を高めた特殊養生マット (IM) を使用し、CN 配合では通常の養生マットによる養生と散水養生 (WC) を行った。養生は 9 日間行った。コンクリートの試験項目を表-3 に示す。フレッシュコンクリート、保温性能、強度、表面品質の試験を行った。

3. 試験結果

(1)フレッシュ性状：荷卸し時のフレッシュコンクリート試験結果を表-4 に示す。工場が遠方のため、運搬時

キーワード 低炭素, カーボンニュートラル, 舗装コンクリート, 試験施工
連絡先 〒108-8502 東京都港区港南 2-15-2 品川インターシティ B 棟 TEL 03-5769-1322

表-1 コンクリートの使用材料(骨材は表乾密度)

種類	記号	仕様	密度
セメント	C	普通ポルトランドセメント	3.16
高炉スラグ微粉末	BS	ブレーン 4000	2.89
CCU 粉体	CCU	炭酸カルシウム	2.46
細骨材	S	山砂	2.59
		砕砂	2.69
粗骨材	G	石灰石, Gmax20mm	2.70
混和剤	AD1	AE 減水剤標準形	
混和剤	AD2	CC 用高性能 AE 減水剤	

表-2 コンクリートの配合(設計基準強度 30N/mm², B=C+BS)

配合	スランプ /フロー (cm)	W/B (%)	s/a (%)	単位量(kg/m ³)							
				C	BS	CCU	W	S	G	AD1	AD2
CC	8	43.2	39.0	93	278	-	160	684	1104	4.82	—
CN	50	43.2	48.0	101	304	200	175	616	923	—	12.1

表-3 試験内容一覧

試験項目	試験内容
フレッシュ性状	スランプ (フロー) , 空気量, 温度
圧縮強度	20℃水中養生, φ100×200mm, 材齢 7 日, 28 日, 56 日
曲げ強度	20℃水中養生 100×100×400mm, 材齢 7 日, 28 日
躯体強度	φ100×200mm, コア強度, 材齢 93 日
温度計測	表面, 深さ 50, 100mm の温度, 外気温測定
ひび割れ発生性状	材齢 3 ヶ月での試験体の目視観察
原位置透気試験	トレント法, 材齢 3 ヶ月
引っかき試験	日本建築仕上学会法, 材齢 3 ヶ月

間が 1.5～2.0 時間を要したが、2 で述べた対策を行った結果、フレッシュ試験結果はほぼ目標値を満足した。CC 配合は粘性がやや高く、CN 配合は粉体量が多いため、さらに粘性が高かったが、問題なく打設、仕上げを行うことができた。打設当日はシートで乾燥防止を行い、翌朝から湿潤養生を行った。

(2)強度：圧縮強度、曲げ強度試験結果を図-1、2 に示す。圧縮強度は設計基準強度を十分に満足し、コア強度は材令 56 日の標準水中供試体強度とほぼ同等であった。同じ W/B でも CN 配合は CC 配合より 40%程度強度が高くなった。これ

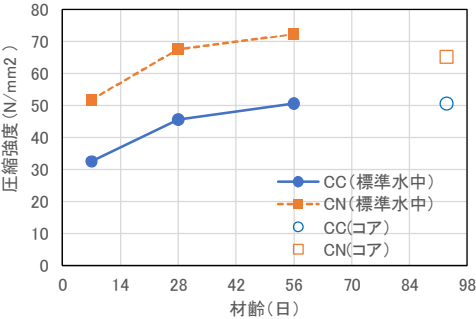


図-1 圧縮強度試験結果

表-4 荷卸し時のフレッシュ
コンクリート試験結果

配合	スランブ ／フロー (cm)	空気 量 (%)	コンクリ ート温度 (℃)
CC	8.5	4.7	18
CN	48.5	3.9	21

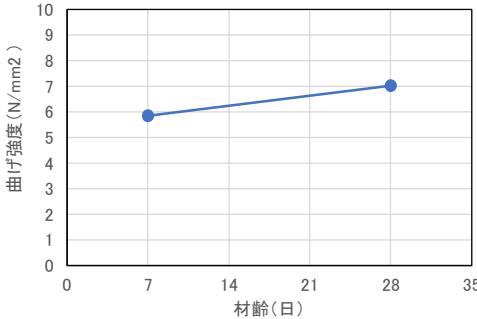


図-2 曲げ強度試験結果

は CCU 粉体の添加で組織が緻密になったためと考えられる。曲げ強度は設計基準曲げ強度を材令 7 日で十分に上回っており、舗装への適用は十分可能と考えられる。

(3)温度計測：養生中のコンクリート中心部－表面部の最大温度差を表-5 に示す。温度差は養生 WC、CM、IM の順に小さくなった。

(4)ひび割れ発生性状：材令 3 ヶ月で、CN 配合の散水養生 (WC) を行った面に極軽微なひび割れ (幅 0.1 mm、長さ 100、200 mm、各 1 本) が確認されたが、その他の面にはひび割れは確認されなかった (表-5)。高炉スラグを多量添加したコンクリートの初期収縮は大きいといわれるが、湿潤養生とともに、表面の急冷を防止することで、ひび割れの発生を防止することができるものと考えられる。

(5)原位置透気試験：原位置透気試験を表-6 に示す。いずれの配合・養生方法も透気性の評価は良から優であり、表面は十分緻密であると考えられる。

(6)引っかかり試験：引っかかり試験結果を表-6 に示す。引っかかり試験の評価は「表面強度がある」から「十分な表面強度がある」であった。特に強度が高い CN 配合の養生 CM では最大傷幅が小さくなった。

表-5 養生中のコンクリート中の
最大温度差とひび割れ発生状況

配合	養生方法	中心部－表面部の 最大温度差 (℃)	材令 3 ヶ月でのひび 割れ発生状況
CC	CM	3.2	なし
	IM	2.6	なし
CN	CM	3.8	なし
	WC	6.6	極軽微 (0.1 mm×最 長 200 mm、2 本)

表-6 原位置透気試験、

配合	養生方法	原位置透気試験結果		引っかかり試験結果	
		透気係数 (×10- 16m2)	評価	1kg加圧 時最大傷 幅(mm)	評価
CC	CM	0.007	優	0.38	表面強度 がある
	IM	0.026	良	0.40	表面強度 がある
CN	CM	0.016	良	0.20	十分な強 度がある
	WC	0.012	良	0.27	表面強度 がある

4. あとがき

高炉スラグ微粉末を多量添加した低炭素型のコンクリート、及び CCU 粉体を添加したカーボンニュートラルコンクリートを使用した舗装コンクリートの試験施工を行った。いずれのコンクリートも施工性、強度が確保でき、十分な養生を行うことで表面ひび割れの発生を防止できるとともに、表面品質のあることを確認できた。建設工事の低炭素化のために、これらのコンクリートの適用拡大をさらに進めていく。

参考文献

- 1) 平田他：持続可能な社会発展を環境配慮材料の使用で貢献するセメント・コンクリート系材料の取組み，土木施工，2022 年 11 月号
- 2) 日本道路協会：舗装設計便覧，平成 18 年 2 月