

アルミナセメントと高炉スラグを用いた耐硫酸性コンクリートの
ミニシールドセグメントへの適用

大和クレス(株) 正会員 〇王 亮 (株)クボタ建設 正会員 加藤 隼也
大和クレス(株) 佐伯 良雄 (株)クボタ建設 正会員 成島 照和

1．はじめに

下水道施設では、下水あるいは汚泥中に含まれる硫酸イオンに起因した微生物の硫酸生成により、コンクリートが腐食劣化し、耐用年数に達する前に補修や補強を必要としている事例が多くある。また、今後人口減少による収入減少が見込まれる下水道事業において、下水道施設の長寿命化は喫緊の課題である。そこで、下水道施設などの腐食環境下での使用目的に、アルミナセメントと高炉スラグ微粉末を使用した耐硫酸性コンクリート（以下、BSACコンクリートを記す）を開発し、ミニシールド工法用鉄筋コンクリートセグメント（以下、ミニシールドセグメントを記す）へ適用することを試みた。

本報告は、BSAC コンクリートの乾燥収縮、耐硫酸性および BSAC コンクリートを使用したミニシールドセグメントの性能試験の結果についてまとめたものである。

2．試験概要

使用材料を表 - 1 に、コンクリート配合は表 - 2 に示す。

普通コンクリート（以下、OPC を記す）配合は、ミニシールドセグメントの製造に使用する配合とし、BSAC コンクリート（以下、BSAC を記す）配合の結合材は、既往の研究¹⁾を参考しアルミナセメントと高炉スラグ微粉末を重量比 6:4 で混合し、結合材とした。骨材の最大寸法は、15mm とした。また、初期の収縮を低減するため膨張材を添加した。

乾燥収縮試験は、JISA1129-3 附属書 A の測定方法に従った。OPC は、脱型後 7 日まで標準養生した供試体を使用した。BSAC は、コンクリート打設後から 7 日まで 20℃の気中養生した供試体を使用した。

耐硫酸性試験は、「下水道コンクリート構造物の腐食抑制技術および防食技術マニュアル」（以下、防食マニュアルを記す）の防食被覆層に用いる耐硫酸モルタルの品質規格の C 種²⁾に準じ、φ10×20cm の BSAC 供試体を 28 日標準養生した後、5%硫酸水溶液に 112 日浸漬した時の質量変化率と硫酸浸透深さを測定した。

BSAC 製ミニシールドセグメントの性能試験は、日本下水道協会規格「下水道ミニシールド工法用鉄筋コンクリートセグメント」（以下、JSWAS A-7 を記す）³⁾の試験方法に準じ、呼び径 φ1,000 ミニシールドセグメントについて実施した。製品には JSWAS A-7 に準じてエポキシ樹脂塗装鉄筋を使用した。製品の養生では蒸気養生を使用せず、コンクリート打設から試験実施まで気中養生とした。

表 - 2 コンクリート配合

配合名	W/B* %	s/a %	Air (目標値) %	単位量 kg/m ³								SLorSF** cm	Air %
				W	OPC	AC	BS	S	G	Ad	Ex		
OPC	39.0	48.0	1.0	170	436	-	-	841	923	2.83	-	16.5	1.7
BSAC	30.5	51.0	2.0	180	-	342	228	787	764	6.79	20	74.3x75.6	0.4

*B: OPC(AC)+EX **SL:スランプ、SF:スランプフロー

キーワード アルミナセメント、高炉スラグ、耐硫酸性コンクリート、ミニシールドセグメント
連絡先 〒703-8244 岡山県岡山市中区藤原西町 2-7-34 大和クレス(株) 技術部 Tel 086-271-1221

3. 試験結果

3.1 乾燥収縮試験結果

図 - 1 に OPC および BSAC の乾燥収縮ひずみの測定結果を示す。BSAC の収縮量は材齢 270 日で約 360μ で OPC の約 1/3 となり、BSAC の収縮ひび割れに対する抵抗性は高いことが明らかになった。また、材齢 7 日の自己収縮が約 200μ であることから BSAC の収縮の主な要因は自己収縮であると推察された。

3.2 耐硫酸性試験結果

写真 - 1 に $\phi 10 \times 20\text{cm}$ の BSAC 供試体を使用して 5%硫酸水溶液に 112 日浸漬後の供試体写真を示す。

防食マニュアルでは、防食被覆層に用いる耐硫酸モルタルの品質規格の C 種における品質規格として、5%硫酸水溶液に 112 日浸漬した場合の重量変化率が $\pm 10\%$ 以内、硫黄浸透深さがフェノールフタレイン非呈色深さ 6.0 mm以下となっている。本試験の結果、重量変化率は-5%、フェノールフタレイン非呈色深さは 4.6 mmとなり、防食マニュアルの C 種規格を満足した。

3.3 ミニシールドセグメント性能試験結果

表 - 3 は、BSAC の圧縮強度試験およびミニシールドセグメント性能試験の結果を示す。圧縮強度試験、静弾性係数および曲げ試験の材齢は 14 日とし、推力試験の材齢は 28 日とした。

BSAC 配合は、製品の品質および作業性を確保のため、W/B を 30%程度にした高流動コンクリート配合であり、圧縮強度は規格値より大きくなった。また、BSAC 製ミニシールドセグメントの性能試験の結果、曲げ・推力試験とも JSWAS A-7 の要求性能を満たした。

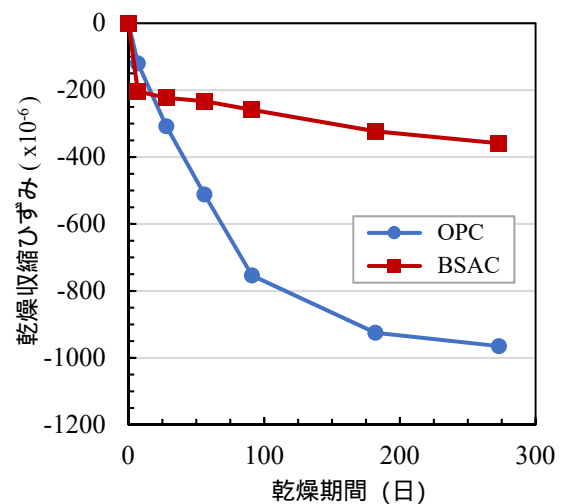


図 - 1 乾燥収縮ひずみの測定結果



写真 - 1 硫酸浸漬後の BSAC 供試体

表 - 3 性能試験の結果

項目	圧縮強度 N/mm ²	静弾性係数 kN/mm ²	曲げ試験 kN		推力試験 kN
規格値	設計基準強度 45 以上	-	ひび割れ荷重	破壊荷重	410
			9.8	46	
BSAC	87.9	36.5	22.1	52.6	410kN で異常なし

4. まとめ

本研究の結果、BSAC の収縮ひび割れ抵抗性および耐硫酸性が普通コンクリートに比べ高いことが明らかになり、耐硫酸性では、防食マニュアルの C 種規格を満足した。また、BSAC を使用したミニシールドセグメントは、JSWAS A-7 規格の要求性能を満たした。ゆえに、BSAC のミニシールドセグメントへの適用は十分可能であり、ミニシールドセグメントの更なる耐久性の向上が期待できる。

謝辞

本研究は、デンカ株式会社 青海インフラ技術研究部のご協力をいただいた。ここに記して謝意を表する。

参考文献

- 1) 奥山康二他, アルミナセメントと高炉スラグの混合セメントの基礎物性, コンクリート工学年次論文集, Vol.26, No.1, pp.621-626, 2004
- 2) 日本下水道事業団, 下水道コンクリート構造物の腐食抑制技術及び防食技術マニュアル, 平成 29 年 12 月
- 3) 日本下水道協会, 下水道ミニシールド工法用鉄筋コンクリートセグメント, 平成 17 年 4 月