

亜鉛水砕スラグを用いたコンクリートの ブリージング及び長期性状

八戸工業大学 正員 ○磯島 康雄
八戸工業大学 正員 杉田 修一
八戸工業高等専門学校 正員 菅原 隆

1. まえがき

産業廃棄物である亜鉛水砕スラグ（以下Znスラグと略記）の有効利用の一環として、コンクリート用細骨材としての適性についてこれまで2, 3報告してきた。

今までの研究成果の経緯を踏まえ、特に重要な問題点として、Znスラグコンクリートの高ブリージング特性が指摘される。本報告は、この高ブリージング特性に対処する方策を見出すことと、Znスラグの成分から長期安定性について不安な点が懸念され、今回は材令2年の長期性状についての検討も同時に行なったのでここに報告する。

2. 使用材料の特性と実験概要

Znスラグは亜鉛、鉛精鉱を焼結して脱酸後、溶鉱炉で精錬して1200℃で排出されたものを大量の高圧水で流下して、それを粒度調整したものである。表面はガラス質状で、形状は比較的鋭角的で色調は黒色である。

Znスラグの化学分析結果を表-1に示す。

コンクリートに有害と思われるFeOが38%も含有され、Sも2.84%程存在する。

本研究で使用したスラグを含めた使用骨材の物理的性質を表-2に示す。特色としてZnスラグの比重が3.68と大きいのと、吸水率が0.28%とほぼ0に近い結果等が上げられる。

セメントは普通セメント、粗骨材の最大寸法は25mmで安山岩質と輝緑岩質の砕石と川砂利を使用し、細骨材はZnスラグのほか標準用として川砂利を使用した。

実験項目を表-3に示す。シリーズIはフレッシュコンクリートを対象として、主にブリージング性状について、シリーズIIは硬化コンクリートを対象として、主に長期力学性状について検討した。

3. 実験結果

(1). ブリージング性状

昨年までの実験で得られた結果によれば、Znスラグの混入によってブリージング量は著しく増大する傾向にあるが、混入率及び水セメント比によって程度は変化し、複雑な様相を示すことが認められた。

ブリージングを抑制する方策として、表-4に示す4種類の混和材料の適用を検討した。その結果が図-1, 2, 3に示されている。図-1よりZnスラグ混入によって初期のブリージング速度が極めて大きい点が認められる。図-2より化学混和剤はZnスラグ混入コンクリートのブリージング抑制には必ずしも有効でない。それに対しシリカフューム添加による

表-1 亜鉛水砕スラグの化学分析

	Zn	Pb	Cu	CaO	SiO ₂	FeO	Al ₂ O ₃	S	Mn	Na	K	C
平均値	6.93	1.02	0.85	15.66	16.12	38.28	7.66	2.84	1.13	0.45	0.38	1.26
標準偏差	0.53	0.12	0.06	1.48	1.03	2.71	0.75	0.08	0.09	0.05	0.04	0.04

表-2 使用骨材の物理的性質

記号の説明及び骨材の種類	比 重	吸水率 (%)	単位重量 (kg/l)	実線率 (%)	安定性 (%)	すりへり (%)
粗骨材 SG: 砕石 【I】	2.70	0.62	1.65	61.5	0.5	14.0
SG: 砕石 【II】	2.95	1.11	1.76	60.3	4.9	21.9
RG: 川砂利	2.66	1.06	1.66	63.1	7.8	19.8
細材 Zn: 亜鉛水砕スラグ	3.68	0.28	1.94	52.9	0.8	—
Rs: 川砂	2.59	1.75	1.70	65.6	4.8	—

【I】: シリーズIで使用。
【II】: シリーズIIで使用。

表-3

シリーズ	配 合					試 験 条 件
	種 類	粗骨材 種類	W/C (%)	S/L (cm)	air (%)	
I	SG/RS	砕石 (安山岩)	55	8±2	5±1	フレッシュコンクリートの ブリージング性状 Zn混入率の変化による、 混和剤及び粉末状添加材 等のブリージング率抑制 効果の検討。
	SG/(7RS+32n)					
	SG/(3RS+72n)					
	SG/Zn					
II	SG/RS	砕石 (輝緑岩)	55	8±2	5±1	硬化コンクリートの 材令2年長期性状 Zn混入率、アルカリ度、 養生条件などを変えて、 圧縮強度、弾性係数、超 音波速度、中性化、長さ 変化等について検討。
	SG/(7RS+32n)					
	SG/(3RS+72n)					
	SG/Zn					
	RG/RS	川砂利				
	RG/(5RS+52n)					
	RG/Zn					

抑制効果は極めて優れていることが伺える。

図-3より、シリカフェュームの添加は強度の面から見ても有効である。このように微粉末ポゾランの使用はブリーチング防止並びにコンクリート性状の改善に効果的であることが確認出来たといえる。

表-4 混和材料の種類

記号	種 類	※混和量 (%)
A	標準形AE減水剤	0.25
B	ヒドロキシ系複合体とセルロースエーテル系混和剤	1.00
C	石灰石粉	5.00
D	シリカフェューム	5.00 10.00

※： 対単位セメント量

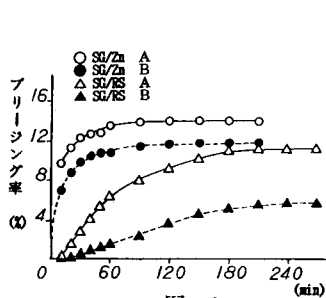


図-1

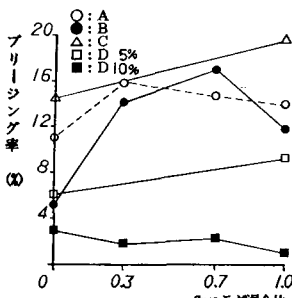


図-2

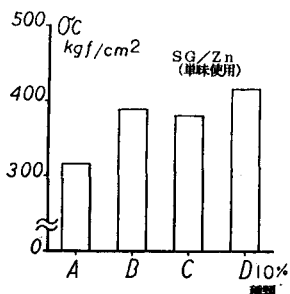


図-3 混和材料別圧縮強度

(2). 長期性状

水セメント比55%のAEコンクリートについて材令2年までの水中及び屋外暴露養生条件下で、圧縮強度、静弾性係数、超音波速度、長さ変化、中性化の各種試験をZnスラグの混合割合を3割、5割、7割、10割（単味）と変化させて、普通セメントコンクリート（以下Nと略記）および、これにNaOHを所定量添加しアルカリ度を1.2%に高めた高アルカリコンクリート（以下NHと略記）について実施した。力学的性質を材令との関係で見るとNHコンクリートの場合、Nより幾分低下傾向にあり、アルカリ度の影響が伺える結果となった。まず図-4よりNHの圧縮強度と混合割合からは、多少のばらつきはあるが、川砂利使用の場合にZnスラグ混合割合が増加するに従い、強度は幾分伸びる傾向にあり、水中養生に比べ屋外暴露下の強度が大きく発現している様相にある。又、図-5、図-6からもこの傾向が一部伺える。

図-7に混合割合と中性化深さの関係を示したが、結果はZn単味使用で抑制効果が見られる。また、図-8に混合割合と長さ変化の関係を示すが、材令2年までの間に、Znスラグ混入により膨張ひずみが顕著に現われる不安定な挙動がみられる。これと力学的性質の間には関連が予想されるが、詳細については講演時に述べたい。

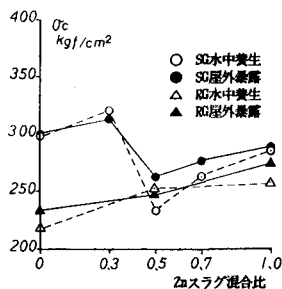


図-4 2年圧縮強度

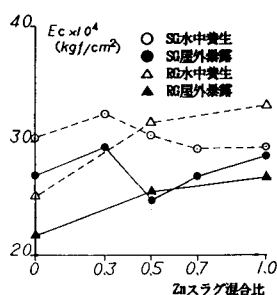


図-5 2年静弾性係数

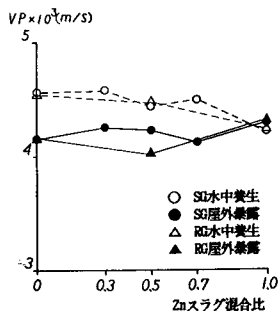


図-6 2年超音波速度

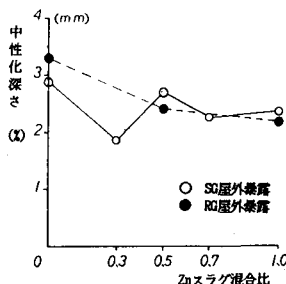


図-7 2年中性化深さ

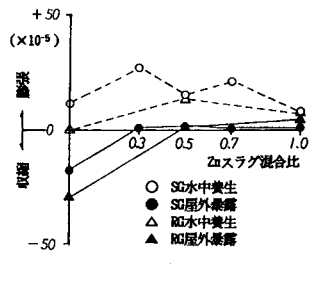


図-8 2年長さ変化