

非鉄金属スラグを骨材として用いたコンクリートの 2, 3 の性質について

八戸工業大学 正員 〇 庄谷 征美
 " " " 杉田 修一
 八戸工業高専 " " 菅原 隆

1. まえがき : 著者らはコンクリート用骨材として非鉄金属スラグの適性を探るため、諸々の実験を行ってきた。本報告では、粗骨材として左クロムスラグ(Crと略記)を用いた場合と、亜鉛水砕スラグ(Zn)と細骨材として用いた場合の2ケースについて、骨材自身のエージング試験、フレッシュコンクリートのブリージング、材料分離試験等や、セメントのアルカリ量を変えてコンクリートについての1年までの水中浸漬および屋外暴露条件下の各種化学的性質試験を実施したので、その概要を報告したい。

2. スラグの物性とエージング効果 : Crスラグは純潔であり、化学成分としてSiO₂とMgOを30%強、Al₂O₃を20%強、Cr₂O₃を4%程度含有しており、形状はコンクリート用砕石に近いが表面に微孔は気泡が観察され、色調は褐色を呈している。比重3強と比較的大きい点を除くと物理的性質に問題はない。一方、Zn水砕スラグはFeOと37~38%、SiO₂と20%弱、CaO15%程度その他Al₂O₃10%、Znと7~8%含有している。表面はガラス質状の鏡面的形状を示している。比重3.7前後と重く吸水率もほぼ0に近い値となっている。これらを屋外でエージングした結果を表-1に示す。Crスラグは物理的性質に大きな変化は無く安定しているのに対し、Znスラグでは析出によるゆるやかな固結状態や、形状が丸味を帯びてくるなどの変化がみられ貯蔵に留意すべき点が多様と思われる。現在、Ca(OH)₂飽和溶液中で浸漬試験も実施している所であり、化学的側面からの変化性状を追跡する予定である。

3. フレッシュコンクリートの性質 : (1)ブリージング及び凝結性状 — Znスラグについては昨年を報告のように極めてブリージング量が多く普通骨材を用いた場合に比べ数倍にも達する場合もあり、一旦終了後も再振動によりかなり多量の再ブリージングを生ずる場合のあることが認められた(図-1)。凝結はZn単味使用の場合相当に遅延し、W/Cが70%と高くなると2日程以上経過しなければ始発が確認できないなど異常な様相を呈している(図-2)。多量のブリージングは比重の大きさと表面性状によるのではなからと考えられ、凝結の遅れは再振動により多量の再ブリージングを生ずる事から、骨材のブリージ間に補捉されている多量の浮上可能水(内在ブリージング水)や、Znスラグ中の化学成分のペーストへの溶出などに起因するのではなからと推測される。現在ブリージング水の溶出成分の分析を実施している所であり解明を急ぐ必要がある。Crスラグについては、やはり比重の大きい点から、普通骨材使用の場合と比べブリージングは数倍多くなるが、水セメント比の減少により普通コンクリートと大差ない結果を得ることができた。また、練り置いたコンクリートについて、その凝結性状と固ベキ特性に異常は認められず、成分の溶出の有無にかかわらず、水和反応への影響は無いものと判断される。

表-1 エージング試験の結果

期間	F M		単 容		比 重		吸 水		BS 破砕	
	Zn	Cr	Zn	Cr	Zn	Cr	Zn	Cr	Zn	Cr
0日	2.60	6.79	1.94	1.86	3.77	3.06	0.28	0.65	—	14.0
30日	2.49	6.55	1.98	1.84	3.66	—	—	—	24.6	13.6
90日	2.46	6.88	1.98	1.75	3.71	3.04	0.15	0.77	—	—
半年	2.51	6.62	2.00	1.81	3.70	3.07	0.18	0.43	23.6	14.3
一年	2.36	—	2.04	—	3.76	3.08	0.15	0.70	—	—

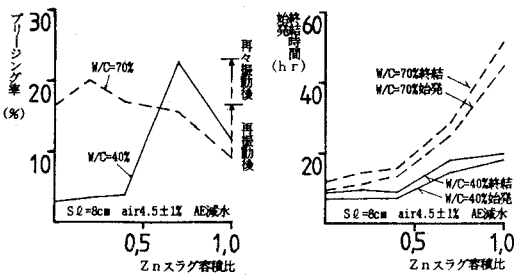


図-1 ブリージング性状 (11砂との混合)

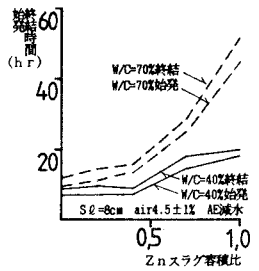


図-2 凝結性状 (11砂との混合)

(2)材料分離性状 — 中15×60cmの内柱型枠を用いて、川砂利-亜鉛 Rg/Zn, コム-川砂 G/Rs コンクリートの材料分離性状を調べた。締固めは、振動数3000rpmの振動台に型枠を固定し30秒および90秒の2レベルで振動を与え、全高を一層として行った。ブリージング終了後供試体を上、中、下の3層に分割し、各層毎に洗い試験による組成変動を調べ、他に圧縮強度、静弾性係数用の供試体を作製した。川砂利-川砂 Rg/Rs コンクリートに比べ、Cr/Rs コンクリートはCr自身の比率が大きいため分離は大きくなく、さらに Rg/Zn コンクリートは細骨材としてのZnスラグ比率が大きいにも拘らず、示方配合の粗骨材単位量に対する各層のその比、すなわち材料分離係数は Rg/Rs コンクリートと大差ないが、上層への水の昇昇が激しい為強度、弾性係数は著しく低下する傾向を示している(図-3, 4, 5)。この様な傾向は30桁間締固めの場合にも認められすが、高配合になるとZnスラグが粗骨材の振動を抑える様相も伺える。

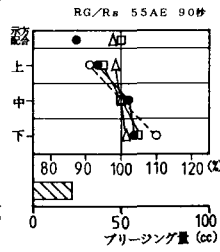


図-3

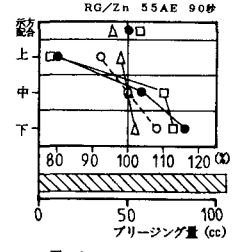


図-4

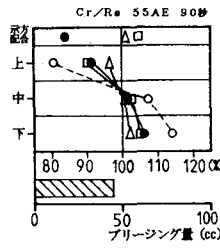


図-5

●	材料分離係数	*
○	28日圧縮強度比率	**
□	28日静弾性係数比率	**
△	単位容積重量比率	**

各層の単位粗骨材量
示方配合の単位粗骨材量
* 材料分離係数
** 材料分離係数を除き全層の平均を100%

4. 硬化コンクリートの長期性状 : W/C=55% AEコンクリートについて1年までの屋外暴露および水中浸漬条件下での各種試験を実施した。セメントは普通ポルトランドを使用しバガアルカリ分R₂Oが0.77% (Nと略記)と1.2% (NH)の2ケースを対象とした。項目は、圧縮、引張強度、静弾性係数、超音波速度、長さ変化などである。NHセメント使用の場合、強度および弾性係数はNセメント使用に比べ幾分低下傾向にあり、水中浸漬条件下では、Znスラグを単味で使用した場合を除いては、川砂との混合使用やCrスラグコンクリートでは強度発現は比較的良好的といえる。これに対し屋外暴露条件下では、Crと粗骨材容積比を3割以上混合した場合の圧縮強度と弾性係数は水中浸漬に比べ低下し、その程度はNHセメント使用で10%~30%近く達する場合も認められる。Znスラグを細骨材として川砂と混合した場合も、混入率5割の時で10~15%の力学的特性の低下がみられるものの、混入率10割および全量をZnスラグで置換した場合はこの傾向が逆転し、水中での低下が認められる。これは原因として、屋外暴露では乾燥収縮の影響が他に何らかの物性変化を伴って、いる可能性があり、水中浸漬下でZnスラグ単味の逆転現象は水中下での物性変化が暴露条件下より卓越している為であるかと考へる。長さ変化測定の結果も上記のことをある程度説明する傾向を示しているが、これらについてはさらに長期の観測詳細な検討が必要と考へられる(図-6, 7, 8, 9)。

最後に本誌の発行に協力頂いた本学特小野寺、斎藤、室林の諸君に感謝の意を表す。

□	屋外	○	屋外	△	屋外
■	水中	●	水中	▲	水中
	Rg/Rsコン		Rg/Znコン		Cr/Rsコン

