

廃棄資源コンクリートの耐薬品性と耐凍害性に対する永久型枠の利用効果

阿南工業高等専門学校 正会員 堀井克章

1. はじめに

震災復興などでコンクリートの需要増が見込まれるが、炭酸ガスなどの排出量にも配慮する必要がある。堀井らは、環境負荷の高いセメントや環境資源ともいえる天然骨材を使わない産業廃棄資源のみからなるコンクリート（以下、廃棄資源コンクリートと略す）、合板として使い捨てされる熱帯材を節減するセメント系永久型枠、里山荒廃の一因となっている竹を使うコンクリート用補強材などに関する研究を行っている¹⁾。

本報は、フライアッシュ、高炉スラグ、再生骨材などを用いて製造する廃棄資源コンクリートの耐酸性、耐硫酸塩性および耐凍害性について、ポリマー混和材や高性能減水剤を用いたビニロン繊維補強セメントモルタル製の永久型枠との複合効果や AE 剤による空気泡連行効果を含めて実験によって検討したものである。

2. 実験概要

廃棄資源コンクリートは、結合材としてフライアッシュ、高炉スラグ微粉末および脱硫石こう、骨材として高炉スラグ細骨材と再生粗骨材を使い、回収水の利用や初期強度の発現性を考慮して水酸化カルシウムを加えた（対結合材1%）。永久型枠用モルタルは、普通セメント、標準砂、フライアッシュ（細骨材置換率10%）、ビニロン繊維（容積混入率1%）を使い、ワーカビリティ改善用にポリマー混和材や高性能減水剤を用いた。なお、コンクリートとモルタルには、フライアッシュ用 AE 剤を用いた。これらの使用材料を表-1 に示す。また、表-2 は過去の実験や試し練りから定めた配合である。

モルタルは、オムニミキサで練り混ぜ（液体以外を空練りした後に液体投入）、フロー試験（実測値；HN・HA150mm，PN・PA180mm）と空気量試験（質量法実測値；HN・PN3%，HA・PA6%）を行った後、φ75×150mm 円柱型枠とφ50mm 発泡スチロール円柱を使って有底円筒形に成形し、翌日脱型して2週間標準養生後、円筒内部にコンクリートを打ち込んで上面を同じモルタルで覆い、これを4週間乾燥養生し、耐薬品試験や凍結融解試験に供した（コン寸法；φ50×100mm）。コンクリートの練混ぜは、パン型強制練りミキサで行い（液体以外を空練りした後に液体投入）、スランプ試験（実測値；RN・RA20cm）と空気量試験（圧力法実測値；RN1%，RA6%）を行った後、供試体作製に用いた。また、モルタルやコンクリートは、強度、耐薬品性および耐凍害性を評価する単体の供試体も作製した（コンφ75×150mm，モルφ50×100mm・□40×40×160mm）。強度試験は、所定材齢（コン28日，モル14・42日）でJISに準じて行った。耐薬品試験は、供試体を塩酸2%水溶液および硫酸マグネシウム10%水溶液に浸漬させて質量変化を測定した。凍結融解試験は、供試体をポリエチレン袋に水とともに入れ、±30℃に設定した恒温槽で凍結融解を繰り返した（3時間/サイクル）。また、供試体を液体窒素ガス（吹付け20秒，静置1分）と40℃温水（浸漬10分）で凍結融解を繰り返す（11分20秒/サイクル）簡易急速凍結融解試験も行い、超音波伝達速度の相対変化を求めた²⁾。これらの供試体数は、1条件あたり2個とした。

表-1 コンクリートとモルタルの使用材料

分類	略号	名称	諸元
モル	C	普通セメント	密度3.16g/cm ³ ，比表面積3260cm ² /g
コン・モル	F	フライアッシュ	密度2.33g/cm ³ ，比表面積3980cm ² /g，Ⅱ種
コン	B	高炉スラグ微粉末	密度2.91g/cm ³ ，比表面積3870cm ² /g，石こう無混入形
コン	G	脱硫石こう	密度2.29g/cm ³ ，二水形
コン	Ca	水酸化カルシウム	試薬1級
コン	BS	高炉スラグ細骨材	表乾密度2.69g/cm ³ ，吸水率4.26%，粗粒率3.01
コン	RG	再生粗骨材	表乾密度2.42g/cm ³ ，吸水率6.85%，非AEPC杭
モル	SS	標準砂	表乾密度2.65g/cm ³ ，吸水率0.42%，セメント強さ試験用
モル	V	ビニロン繊維	16μm×750本，10mm長，引張強度1.6GPa，弾性係数36GPa
モル	P	ポリマー混和材	スチレンアクリル酸エステル系陰イオン，不揮発分50%
モル	H	高性能減水剤	ポリカルボン酸エーテル系
コン・モル	A	フライアッシュ用AE剤	高アルキルカルボン酸系陰イオンと非イオンの複合体

注)分類は、コン：廃棄資源コンクリート，モル：永久型枠用モルタルを示す。

表-2 コンクリートとモルタルの示方配合

分類	略号	水結合材比 (%)	細骨材率 (%)	単位量 (kg/m ³)											
				W	C	F	B	G	BS	SS	RG	V	P	H	A
コン	RN(R)	45	52	190	184	184	55	873	—	725	—	—	—	—	
	RA			180	174	174	52	811	—	729	—	—	—	0.2	
モル	PN	45	100	221	442	147	—	—	—	1325	—	13	49	—	
	PA			212	424	141	—	—	—	1271	—	12	47	23.6	
	HN	45	100	226	503	151	—	—	—	1359	—	13	—	5.0	
	HA			217	483	145	—	—	—	1303	—	13	—	4.8	

注)略号は、R：廃棄資源コン，H：H使用モル，P：P使用モル，N：A不使用，A：A使用を示す。

キーワード：廃棄資源，永久型枠，ポリマー混和材，高性能減水剤，耐薬品性，耐凍害性
 連絡先：〒774-0017 徳島県阿南市見能林町青木 265 TEL 0884-23-7192 FAX 0884-23-7199

3. 結果と考察

図-1は、コンクリート単体とモルタル単体の強度試験結果である。これらより、廃棄資源コンクリートの強度発現性が比較的良いこと、高性能減水剤やポリマー混和材を用いた永久型枠用モルタルの強度発現性が高いこと、今回使用したポリマー混和材には曲げ強度だけでなく圧縮強度の改善効果もあることなどが確認できる。

図-2 および図-3 は、モルタル製永久型枠と廃棄資源コンクリートとの複合体、モルタル単体およびコンクリート単体の耐薬品試験結果である。これらより、いずれの供試体も、酸によって質量が減少し、硫酸塩によって質量が増加する傾向があり、廃棄資源コンクリートではその傾向が顕著となるが、永久型枠の使用でこれをある程度抑制できることが確認できる。また、AE 剤の使用効果はあまり認められないが、ポリマー混和材にはモルタルやコンクリートの耐酸性を改善する効果がみられる。

図-4 および図-5 は、複合体、コンクリートおよびモルタルの耐凍害性に関する試験結果である。これらより、永久型枠用モルタルの耐凍害性が比較的高いこと、廃棄資源コンクリートの耐凍害性は低い永久型枠の使用によってかなり改善されることなどが確認できる。なお、2つの試験法でコンクリートに対する AE 剤の使用効果に差異はみられるが、簡易急速法は、電力をほとんど消費せずに短時間で耐凍害性の相対評価ができる優れた試験法といえる。

4. むすび

本実験より、廃棄資源コンクリートは耐凍害性や耐薬品性に問題があり、これらの改善策としてポリマー混和材、高性能減水剤などを用いる繊維補強モルタル製永久型枠の利用が有効となること、液体窒素による凍結融解試験は、液体窒素の吹付け時間などに留意が必要となるものの簡便な耐凍害性評価法として利用価値が高いことなどが確認できた。なお、廃棄資源コンクリートの耐久性については、補強材として利用する竹材も含めて、今後も検討を続ける予定である。

なお、本報は科研費(20510087)の助成を受けたものであり、実験では徳島大学、四国電力、新日鐵高炉セメント、太平工業、宮崎基礎建設、本校卒業生の竹谷英章君および渡邊健太君に協力をいただいた。関係各位に謝意を表す。

【参考文献】

- 1) 堀井・粟飯原・橋本・多田, コンクリート工学年次論文集, Vol.29, No.2, pp.481~486, 2007.
- 2) 橋本・橋本・渡辺・上田, コンクリート工学年次論文報告集, vol.27, No.1, pp.757~762, 2005.

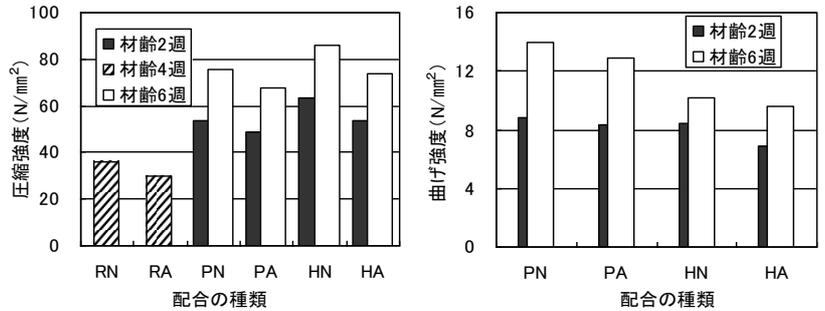


図-1 コンクリートとモルタルの強度

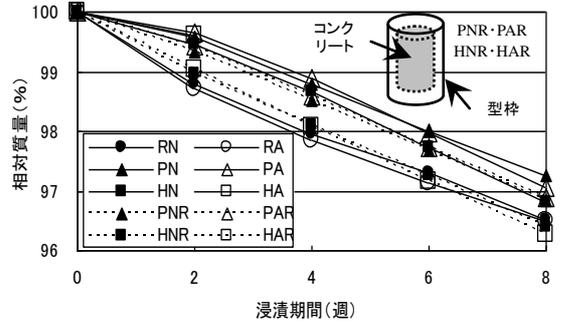


図-2 耐酸性

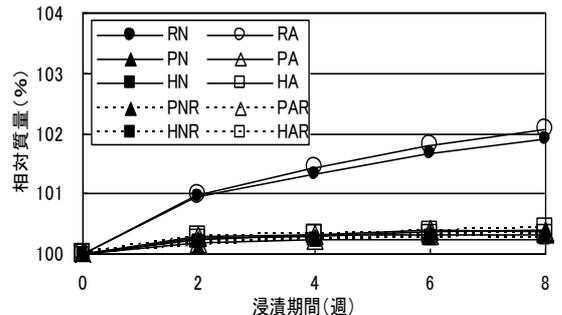


図-3 耐硫酸塩性

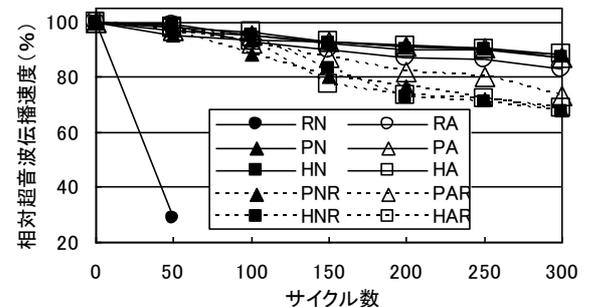


図-4 耐凍害性(恒温槽)

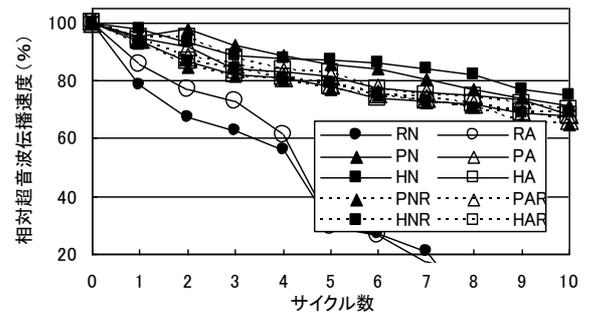


図-5 耐凍害性(液体窒素)