

ガラス破碎砂を使用したコンクリート製品の長期暴露性状

金沢大学工学部 正会員 山戸博晃

光コンテック(株) 岸田年弘

松岡コンクリート工業(株) 吉田遼二

1. はじめに

近年、良質な天然骨材の枯渇や、廃棄物のリサイクルの観点から、空き瓶や建設ガラス廃材をコンクリート用骨材として再利用することが検討されている¹⁾。一方、ガラス破碎砂をコンクリート用骨材として利用した際には、ガラス破碎砂のアルカリシリカ反応(ASR)が進行する可能性があり、コンクリートの長期性状が懸念されている²⁾。本研究では、細骨材の一部にガラス破碎砂を使用したコンクリート製蓋版を屋外環境下に2年間暴露した後、コンクリート製蓋版からコンクリートコアを多数採取し、コンクリートの強度性状およびASR残存膨張性を実験的に検討した。

2. 実験概要

本研究で使用したガラス破碎砂(最大寸法5mm、密度:2.46g/cm³、吸水率:1.1%)は、滋賀県内で排出された各種ガラス混合物(緑色60%、無色27%、茶色・青色など13%)の廃棄物を破碎したものである。また、天然骨材として滋賀県瀬戸山産石英粗面岩の砕砂(密度:2.61g/cm³、吸水率:1.2%)および碎石(密度:2.67g/cm³、吸水率:0.4%)を使用した。細骨材に対するガラス破碎砂の置換率を32%とした(骨材全量に対しては13%である)。セメントは普通ポルトランドセメント(密度:3.15g/cm³)を使用した。コンクリート蓋版(VS側溝400)の配合を表-1に示す。コンクリート蓋版(500×500×110mm)は養生後、滋賀県南部の工場敷地内にて2年間屋外暴露を実施した。屋外暴露期間中にはひび割れ、ポップアウトなどのASRの兆候はまったく確認されなかった。その後、コンクリートコア(直径55mm、長さ110mm)を蓋版から多数採取し、コンクリートの力学的性質(圧縮強度、割裂引張強度、静弾性係数および超音波パルス伝播速度)およびASR残存膨張性(JCI DD2法(温度40℃、相対湿度100%の湿気槽中に放置)およびデンマーク法(温度50℃の飽和NaCl溶液に浸せき))を調べた。また、酢酸ウラニル蛍光法により、促進養生終了後のASRゲルの生成の有無を確認した。

3. 実験結果および考察

ガラス破碎砂の化学成分を表-2に示す。ガラス破碎砂のガラス相はシリカ分およびアルカリ分で構成されており、ガラスの化学組成的にはASRが発生する可能性があった。コンクリートコアのJCI-DD2法およびデンマーク法における膨張挙動を図-1および図-2に示す。JCI-DD2法では、養生期間中に膨張は発生せず、残存膨張性の判定基準(材齢91日にて0.05%以下)に従うと、「残存膨張性なし」と判定された。実際、試験終了後の破断面の酢酸ウラニル蛍光法による観察でも、ガラス破碎砂にはASRの痕跡はまったく認められなかった。これは使用したセメントのアルカリ分が0.6%程度と少ないことと、ガラス破碎砂の置換率が13%であったことによるものである。一方、デンマーク法では、初期材齢ではコアの吸水作用により膨張傾向を示したが、

表-1 コンクリート蓋版の配合

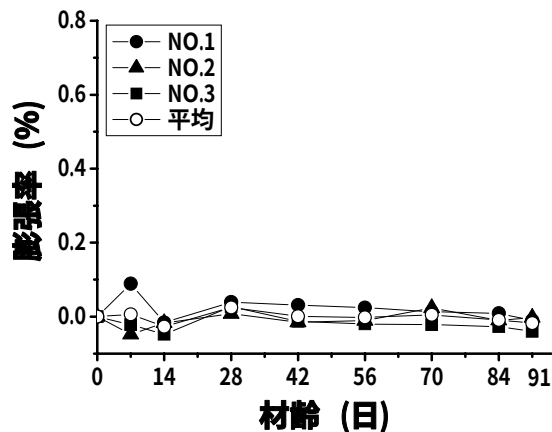
粗骨材の最大寸法 (mm)	スランプ (cm)	W/C (%)	単位量(kg/m ³)				
			水	セメント	碎石	砕砂	ガラス破碎砂
20	10±2.5	42	170	404	1073	517	242

表-2 ガラス破碎砂の化学成分(%)

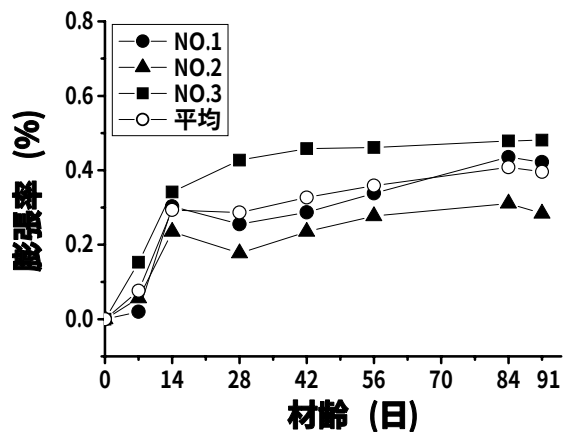
	SiO ₂	CaO	Na ₂ O	Al ₂ O ₃	MgO	K ₂ O	Fe ₂ O ₃	SO ₃
ガラス破碎砂	71.6	9.7	12.4	2.9	1.7	0.9	0.3	0.2

キーワード：ガラス破碎砂、リサイクル、アルカリシリカ反応性、促進養生試験

連絡先:工学部土木建設工学科 〒920-1192 金沢市角間町 Tel & Fax 076-264-6365



図一1 コンクリートコアの膨張挙動
(JCI-DD2 法)



図一2 コンクリートコアの膨張挙動
(デンマーク法)

材齢 42 日以後は膨張がほぼ頭打ちとなった。外部からアルカリが常に供給されるという厳しい試験条件下でもコアの膨張が発生しなかったことから、本コンクリート蓋版に関する限り、ASR が発生する可能性は低いと判断された。

表-3 コンクリートコアの力学的性質

	圧縮強度 (N/mm ²)	引張強度 (N/mm ²)	静弾性係数 (KN/mm ²)	超音波パルス 伝播速度 (m/s)
膨張試験前	35.1	3.3	27.3	2500
JC-DD2 法終了後	38.8	—	33.7	2490
デンマーク法終了後	35.3	—	28.2	2480

コンクリートコアの力学的性質の試験結果を表-3 に示す。コンクリートコアの圧縮強度は 35~39N/mm² であり、いずれのコアも設計基準強度を満足していた。また、促進養生条件下でも ASR が発生していないため、コンクリートコアの圧縮強度および静弾性係数の低下は認められなかった。コンクリートコアの圧縮強度と静弾性係数/圧縮強度の関係を図-3 に示す。促進養生試験終了後のコンクリートコアはほぼ健全なコンクリートを示す曲線上にあった。同様に、コンクリートコアの超音波パルス伝播速度も促進養生試験の前後で変化がまったく認められなかった。

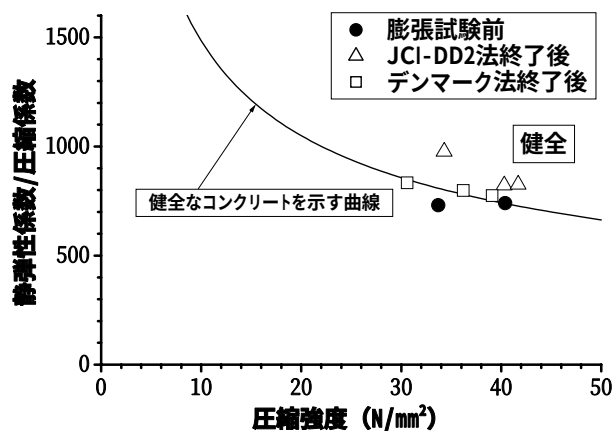


図-3 圧縮強度と静弾性係数/圧縮強度の関係

4. まとめ

細骨材の一部をガラス破碎砂により置換したコンクリート製蓋版の ASR について検討した結果、本コンクリート製蓋版はセメントのアルカリ分が少ないことと、川砂の一部をガラス破碎砂で置換して使用したことにより、屋外暴露および促進養生条件下においてコンクリートの ASR が発生する可能性が低いことが確認された。

【参考文献】

- 1) コンクリートへのリサイクル資材活用技術の標準化に関する委員会：リサイクル資材のコンクリートへの活用技術の標準化，コンクリート工学，Vol.39，No.10，pp.98-101，2001.
- 2) 山戸博晃他：ガラス破碎砂の化学組成とアルカリシリカ反応性，コンクリート工学年次論文報告集，Vol.27，No.1，pp.1429-1434，2005.