

瓦廃材を粗骨材として利用したコンクリートの諸性能評価に関する研究

香川大学 学生会員 ○橋本悠

1. はじめに

近年、災害の発生により住宅の屋根に使用される瓦が大量に廃棄物として発生する。大部分の廃瓦は産業廃棄物として埋め立てられるが、より効率的で経済的な処分もしくはリサイクルの方法が求められている。廃瓦の有効利用の一例としてコンクリートへの利用が挙げられる。廃瓦は焼成品であり多孔質構造を有するため、天然骨材に比べ密度が小さく、高い吸水率を有する。吸水性の高い骨材により、コンクリート中の水和反応に必要な水分が長期間に亘って供給されるため、いわゆる内部養生効果が期待でき、場合によっては通常の普通コンクリートと比較して高いパフォーマンスが期待できると考えられる。本研究では、廃瓦を粗骨材として利用したコンクリートについて、特に釉薬の有無に着目した場合での諸性能について検討することとした。

2. 実験概要

使用する廃瓦粗骨材は、釉薬あり（表乾密度：2.18g/cm³、吸水率：10.3%、粗粒率：6.50）、釉薬なし（表乾密度：2.05g/cm³、吸水率：17.7%、粗粒率：6.63）となっており、土木学会コンクリート標準示方書で標準とする3.0%以下を大きく上回っている。この特徴を踏まえ、室内試験での打設の際には、廃瓦粗骨材を十分に吸水させ、表乾状態で使用することとした。

2.1 圧縮強度試験

本研究で使用したコンクリートの示方配合の一例を表1に示す。φ10×20cmの円柱供試体を各材齢3体ずつ作製し、後述の試験ではすべて3体の試験値の平均値を採用した。なお、養生方法は湿布養生とした。

表1 示方配合

配合名	G _{max} (mm)	W/C (%)	s/a (%)	単位置 (kg/m ³)				AE減水剤 (g/m ³)	AE剤 Aタイプ			
				W	C	S	砕石20mm 砕石15mm			廃瓦 釉薬有	廃瓦 釉薬無	
普通コン							475	475	-	-	1800	2A
廃瓦コン(釉薬有)	20	55	44	180	327	737	-	-	810	-	2780	0.5A
廃瓦コン(釉薬無)							-	-	-	751		0.5A

2.2 使用粗骨材の点載荷試験

本研究で使用する各粗骨材は、それぞれ素材が異なる。粗骨材の圧縮強度が、コンクリートの圧縮強度に与える影響を検討するため、粗骨材の点載荷試験を実施した。供試体の寸法は、地盤工学会基準（案）JGS3421「岩石の点載荷試験方法」の条件を満たすものを選定した。粗骨材を装置にセット後、一定の載荷速度で破壊に至るまで載荷し、破壊荷重を測定した。

2.3 乾燥収縮試験

表1に示した配合のコンクリートに対して乾燥収縮試験および重量変化の計測を行った。乾燥収縮試験は、「モルタルおよびコンクリートの長さ変化試験方法（JIS 1129）」を参考に、コンタクトゲージ法により実施した。各種試験体のうち、1体ずつ合計3体を室内（温度：20℃）で乾燥し、各種試験体2体ずつ合計6体を送風定温乾燥器（温度：40℃）で乾燥させた。

2.4 表層透気試験（トレント法）

各種コンクリートの密実性を評価のため、表層透気試験（トレント法）を実施した。表2に表層透気試験結果による品質グレーディングを示す。含水率も同時に計測

表2 品質評価のグレーディング

透気係数KT (×10 ⁻¹⁶ m ²)	優	良	一般	劣	極劣
	0.001~0.01	0.01~0.1	0.1~1	1~10	10~100

することとした。φ12.5×25cmの円柱供試体を各種3体ずつ打設後、翌日に脱型し1週間湿布養生を施した。材齢7日で湿布養生を終了し、チャンバーにより吸引する面を研磨後、側面をアルミテープで巻き1週間室内で乾燥（温度：20℃、湿度：35%）させた。そして、材齢14日から1週間毎に表層透気試験および含水率を計測した。

3. 実験結果

3.1 圧縮試験結果

普通コンクリートによる28日強度では、水セメント比55%で呼び強度24N/mm²以上を目標とした。図1に材齢28日での圧縮強度の結果を示す。油薬ありと油薬なしの結果を比較すると、油薬ありの強度が明らかに高くなっており、油薬の有無以外にも、それぞれの骨材自体の強度が影響していると考えられる。また、油薬ありが普通よりも強度が高い理由として内部養生効果が考えられるが、油薬なしが最も低い理由としては、後述する骨材自体の強度が最も低いためと考えられる。

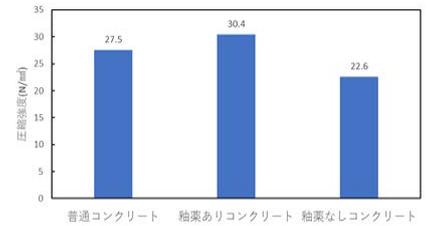


図1 圧縮強度試験結果

3.2 点載荷試験結果

各粗骨材の点載荷強さを比較すると、砕石が17.0MPa、油薬ありが2.66MPa、油薬なしで1.85MPaとなり砕石に比べ廃瓦は極端に脆く、また、油薬ありの場合が、なしの場合の約1.4倍となった。骨材自体の強度がコンクリートの圧縮強度に影響したと考えられる。

3.3 乾燥収縮試験結果

室内および乾燥環境における乾燥期間と長さ変化率の関係を図2、図3に示す。室内よりも乾燥環境で収縮が促進されるとみなすと、油薬なしが最も収縮が大きい。油薬なしコンクリートの長さ変化率が大きい要因として吸水率が挙げられる。吸水率を比較すると油薬ありの場合より7%程度大きい。そのため、ある期間までは粗骨材からモルタルへの給水は行われるが、その後の骨材自体の収縮により全体の収縮量が大きくなったと考えられる。また、骨材自体の強度およびヤング係数も油薬ありよりも油薬なしの方が低く、収縮に対する抵抗性が低くなっていると考えられる。

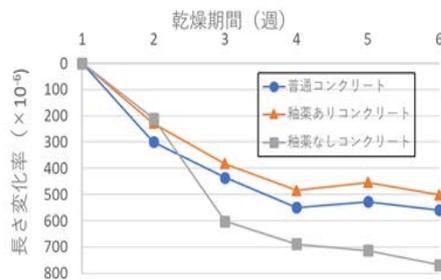


図2 乾燥期間と長さ変化率の関係（室内）

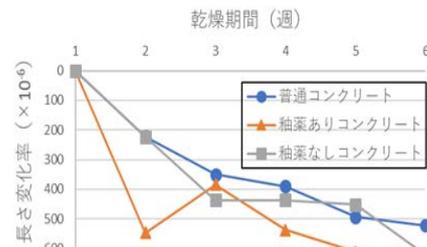


図3 乾燥期間と長さ変化率の関係（乾燥環境）

3.4 表層透気試験結果

図4に表面含水率と表層透気係数KTの関係を示した。各試験体の含水率は、十分に時間が経過すると同程度となると考えられる。含水状態の相違がコンクリートの透気性状に与える影響は大きいいため、同一の含水率で比較する。含水率5%においては、油薬なしが一般、普通コンおよび油薬ありが良と評価され、KTの値は普通コンと比較して油薬ありでは0.6倍程度、油薬無しでは1.2倍程度の値となっている。この結果より、普通コンクリートよりも油薬ありの廃瓦コンクリートの方が緻密なコンクリートとなっている一方で、油薬なしの廃瓦コンクリートは、いずれのケースよりも粗なコンクリートとなっていると考えられる。油薬の有無で結果が異なる要因としては、骨材自体の吸水率の違いや油薬によるコーティングが影響していると考えられる。ただし、表2における一般のグレード内でほぼ変化しているため、品質の大きな相違はないと考えられる。

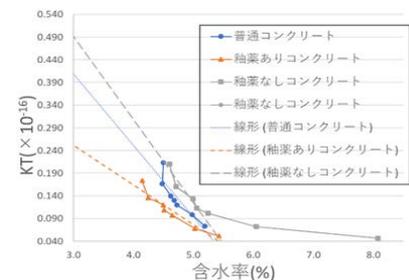


図4 含水率と表層透気係数KTの関係