

廃かわらを骨材として用いたコンクリートの基礎的性質

極東工業（株） 正会員 ○河金 甲
 極東工業（株） 正会員 谷口 義則
 極東工業（株） 直野 和人

1. はじめに

島根県太田市から益田市にかけての地域は、全国でも有数のかわら生産地である。かわら製造時に約5%の規格外品が発生し、その一部は微粉碎をした後かわら原料として再利用しているものの、ほとんどが廃棄処分されているのが現状である。このような背景から、本研究ではマテリアルリサイクル構築のため廃かわらを骨材として用いたコンクリート（呼称、KCクリート、写真-1）の基礎的性質を明らかにする。

2. 使用材料および配合

使用材料を表-1に、配合を表-2に示す。廃かわらは、かわら製造時の規格外品を30mm以下に粗破碎した後、粗骨材（5～20mm）、細骨材（5mm以下）に分級している。廃かわら骨材は普通骨材と比べると表乾密度は 2.3g/cm^3 と軽量であり、吸水率は7%程度と大きいことが主な特徴である。

本研究では表-2に示すように、細骨材と粗骨材どちらも100%廃かわらに置換した。また、ワーカビリティ向上と収縮によるひび割れ防止を目的として、混和材を使用している。配合は2種類で、PFBC灰を用いた配合（KC-P）と、高炉スラグと膨張材を併用した配合（KC-B）がある。なお、PFBC灰は中国地方において火力発電所から排出される産業副産物で、それ自体の膨張性によってひび割れ防止が期待できる¹⁾。

3. コンクリートの物性

材齢28日におけるコンクリートの物性を表-3に示す。圧縮強度はKC-Pで 47.7N/mm^2 、KC-Bで 57.9N/mm^2 と設計基準強度 50N/mm^2 のレベルにまで達している。また、通常のコンクリートとの比較のため、表中にはコンクリート標準示方書²⁾（以下、示方書）における圧縮強度 50N/mm^2 の設計値を併記している。廃かわらは通常の骨材に比べて軽量であるため、設計値に対してヤング係数は33%、単位体積質量は9%小さい。一方、引張強度は示方書の値を上回る。



写真-1 KCクリート（洗い出し処理）

表-1 使用材料

使用材料	記号	種類	仕様
練り水	W	地下水	
セメント	C	早強ポルトランドセメント	密度 3.14g/cm^3
PFBC灰	P	原粉(ワンボ炭)	密度 2.60g/cm^3
高炉スラグ	B	高炉スラグ微粉末4000	密度 2.91g/cm^3
膨張材	EX	石灰系	密度 3.14g/cm^3
廃かわら (細骨材)	S	石州かわら	表乾密度 2.3g/cm^3 , 吸水率7.1%
廃かわら (粗骨材)	G	石州かわら	表乾密度 2.3g/cm^3 , 吸水率7.6%
高性能AE 減水剤	AD	ポリカルボン酸系	

表-2 配合

配合名	水結合 材比 (%)	細骨 材率 (%)	単位量(kg/m^3)							
			W	C	P	B	EX	S	G	AD
KC-P	45	50	205	319	137	-	-	685	685	3.2
KC-B	45	50	205	289	-	137	30	744	744	3.0

キーワード リサイクル, かわら, コンクリート特性, 力学特性

連絡先 〒732-0052 広島県広島市東区光町2丁目6-31 極東工業（株） TEL 082-261-1204

4. RC 部材の力学特性

KC クリートを鉄筋コンクリート（以下、RC）部材に用いた場合の力学特性を把握するため、**図-1** に示すような幅 150mm×高さ 200mm×長さ 2400mm の RC はりにより載荷試験を行った。供試体は KC-B 配合を用いて製作し、材齢 28 日で載荷している。試験は 2 体実施しており、No.1 と No.2 として結果を示す。

荷重と支間中央におけるたわみとの関係を **図-2** に示す。図中にはコンクリートの引張部の剛性を無視した計算値も表記する。RC 構造物の使用状態である引張鉄筋が降伏するまでは、計算値とほぼ同様の变形性能を有している。また、引張鉄筋降伏時の荷重は、**表-4** に示すように示方書に準拠した計算値とほぼ同等である。

ここで、本研究では曲げ圧縮破壊する前にせん断スパンにおいて斜めひび割れが **図-2** に示す段階で発生しせん断破壊となった。試験に用いた RC はりの曲げ耐力に対するせん断耐力の比は示方書に準じて計算すると 1.27 であり、KC クリートの引張強度は前述したように通常のコンクリート以上である。それでもせん断破壊が先行したのは、骨材自体が割れることで斜めひび割れ面が平滑になることに起因した骨材の噛み合い効果の減少が、せん断力低下に大きく影響を及ぼしたものと考えられる。なお、示方書では軽量骨材コンクリートのせん断耐力は、普通コンクリートの 70%とする²⁾とあるが、**表-4** に示すように斜めひび割れ発生荷重の実験値は計算値に対して平均で 83%である。

5. おわりに

本研究において、廃かわらを骨材として用いたコンクリートの物性、RC 部材の力学特性を把握することができた。

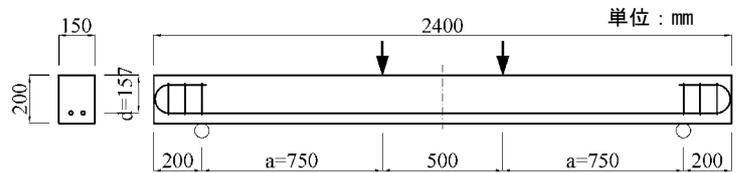
また、KC クリートは**写真-1** に示すように洗い出し処理を行いかわらの風合いを出すことで、親柱（**写真-2**）や護岸（**写真-3**）への意匠的利用も可能である。

参考文献

- 1) 佐藤良一：加圧流動床石炭混入により高性能化した PC 桁の実用化研究，建設事業技術開発に関する助成事業成果報告書，pp.179-261，2006.3
- 2) 土木学会：2002 年制定コンクリート標準示方書 [構造性能照査編]，2002.3

表-3 コンクリートの特性（材齢 28 日）

配合名	圧縮強度 (N/mm ²)	ヤング係数 (kN/mm ²)	引張強度 (N/mm ²)	単位質量 (g/cm ³)
KC-P	47.7	22.1	4.0	2.13
KC-B	57.9	22.2	4.2	2.05
示方書	50	33	3.1	2.3



a/d=4. 8, 引張鉄筋比=1. 69% (D16, SD295A, 降伏強度 348N/mm²)

図-1 供試体緒元

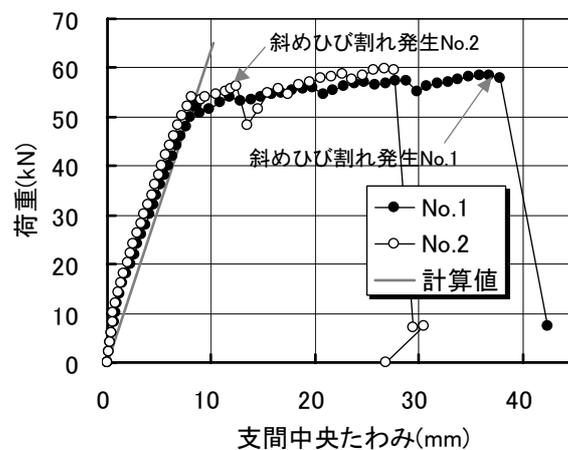


図-2 荷重-支間中央たわみ関係

表-4 載荷試験結果

供試体名	引張鉄筋降伏荷重 (kN)			斜めひび割れ発生荷重 (kN)		
	実験値	計算値	実験/計算	実験値	計算値	実験/計算
No.1	54.1	49.8	1.09	56.2	69.0	0.81
No.2	52.3	49.8	1.05	58.5	69.0	0.85



写真-2 親柱



写真-3 護岸