

V-28 各種廃材料を用いたカラーコンクリートに関する研究

高知工業高等専門学校専攻科 学生員○笹岡亮佐

高知工業高等専門学校 正会員 横井克則

1. はじめに

近年、都市化によるゴミ処理問題が大きく取り上げられている。この主な原因は、科学技術の進歩や人々の生活水準の向上に連れゴミの種類が多様になったことや、高度成長の波に乗った使い捨て文化の影響であると考えられる。また、廃棄物を最終処分するための埋め立て地の確保難や、地球規模でとらえれば、資源エネルギー枯渇への対応の問題も挙げられる¹⁾。本研究では、これら廃棄物の中で、下水汚泥焼却灰、碎石粉および木炭チップを取り上げ、有効利用の策としてコンクリートに用いることを試みた。コンクリートの着色具合や圧縮強度、そして簡単な構造物として単鉄筋RCはりの曲げ載荷実験を行い、その耐力やたわみなどについて調査した。

2. 実験概要

2.1 使用材料およびコンクリートの配合

本研究では、廃材料をコンクリートに混入し、着色具合や強度、弾性係数を調査する実験と、廃材料を混入したRCはりの曲げ載荷実験をそれぞれ実施した。使用材料の特性、2つの実験の配合表ならびにRCはりの主鉄筋の特性をそれぞれ表-1から表-4に示す。細骨材は、海砂と川砂を1:1の割合で使用した。RCはりのセメントには早強セメントを使用した。混和剤は高性能AE減水剤を使用し、セメント量の1.1%を混入した。廃棄物は、下水汚泥焼却灰、石灰碎石粉および木炭チップの3種類とし、セメントの容積の30%を混入した。脱型後は、ただちに標準水中養生を行い、端面を研磨後、圧縮試験を行った。

表-1 使用材料

	比重	F. M.
普通セメント	3.15	—
早強セメント	3.14	—
海砂(細骨材)	2.16	2.56
川砂(細骨材)	2.57	3.54
石灰石(粗骨材)	2.68	6.49
石灰碎石粉	2.37	—
木炭チップ	1.38	—
下水汚泥焼却灰	1.77	—

表-2 圧縮試験用配合表

コンクリートの種類	細骨材の最大寸法 (mm)	スランプの範囲 (cm)	空気量の範囲 (%)	水セメント比 W/C (%)	細骨材率 s/a (%)	単 位 量 (kg/m ³)					
						水	セメント	細骨材	粗骨材	混和剤	混和剤
						W	C	S	G	F	(cc/m ³)
普通	20	8	5	55	46	180	327	799	963	—	3597
石灰碎石粉	20	8	5	55	46	180	327	799	963	74	3597
木炭	20	8	5	55	46	180	327	799	963	43	3597
下水汚泥焼却灰	20	8	5	55	46	180	327	799	963	55	3597

表-3 RCはり用配合表

コンクリートの種類	細骨材の最大寸法 (mm)	スランプの範囲 (cm)	空気量の範囲 (%)	水セメント比 W/C (%)	細骨材率 s/a (%)	単 位 量 (kg/m ³)					
						水	セメント	細骨材	粗骨材	混和剤	混和剤
						W	C	S	G	F	(cc/m ³)
普通	20	8	5	55	46	165	300	958	890	—	3300
石灰碎石粉	20	8	5	60	46	180	300	733	1006	68	3300
木炭	20	8	5	55	46	180	327	762	948	43	3597
下水汚泥焼却灰	20	8	5	55	46	180	327	762	948	55	3597

表-4 主鉄筋の特性

	断面積(cm ²)	降伏強度(N/mm ²)	弾性係数(N/mm ²)
主鉄筋(D10)	0.713	323	2.02 × 10 ⁵

2.2 供試体および載荷方法

圧縮試験はφ10×20 cmの円柱供試体を万能試験機により載荷した。この時に、コンプレッソメータを用いて、静弾性係数を求めた。RCはりの載荷実験は、図-1のように対称2点載荷とし、荷重を静的に載荷させ破壊に至らした。測定項目としては、荷重、たわみ、鉄筋中央部のひずみ、コンクリートの上下縁部のひずみを測定した。

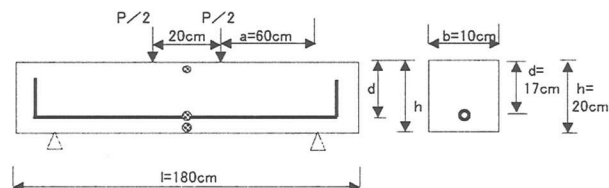


図-1 RCはり試験体

3. 実験結果および考察

3.1 着色に関する比較

普通コンクリートの色と比較すると、下水汚泥焼却灰と木炭を用いたコンクリートはそれぞれ灰褐色、黒色となり色の変化が見られたが、石灰碎石粉のコンクリートは灰色となりあまり変化が見られなかった。

3.2 圧縮強度

円柱供試体の養生日数による圧縮強度の変化、RCはりの圧縮強度および弾性係数をそれぞれ表―5、表―6に示す。結果から、廃材料を混入することにより強度が大きくなることが分かった。応力―ひずみ曲線から求めた割線弾性係数については、その値は普通コンクリートとほぼ同じとなることがわかった。

表―5 圧縮強度試験結果

	f'c (N/mm ²)			
	3日	7日	14日	28日
普通コンクリート	27	29	29	32
石灰コンクリート	28	36	40	49
木炭コンクリート	19	28	29	40
下水コンクリート	18	29	33	40

表―6 RCはり用コンクリートの強度と弾性係数

	f'c (N/mm ²)	Ec (N/mm ²)
普通コンクリート	32.9	2.7*10 ⁴
石灰コンクリート	44.9	3.0*10 ⁴
木炭コンクリート	43.4	2.9*10 ⁴
下水コンクリート	48.1	3.1*10 ⁴

3.3 RCはりの曲げ試験

3.3.1 曲げひび割れ発生荷重・降伏荷重・終局荷重

コンクリートの曲げひび割れ発生荷重、降伏荷重、終局荷重の実験値および理論値の比を表―7に示す。

表―7 曲げ載荷実験結果

	普通コンクリート (kN)			石灰コンクリート (kN)		
	計算値	実験値	比	計算値	実験値	比
Pcr	10.4	7.35	0.71	13.2	10.6	0.82
Py	12.4	15.5	1.25	12.4	15.7	1.22
Pu	13	15.8	1.22	13.1	19.8	1.46

	木炭コンクリート (kN)			下水コンクリート (kN)		
	計算値	実験値	比	計算値	実験値	比
Pcr	12.8	8.82	0.69	13.8	7.64	0.55
Py	12.4	13.7	1.1	12.4	14.7	1.19
Pu	13.1	15	1.15	13.1	17.4	1.31

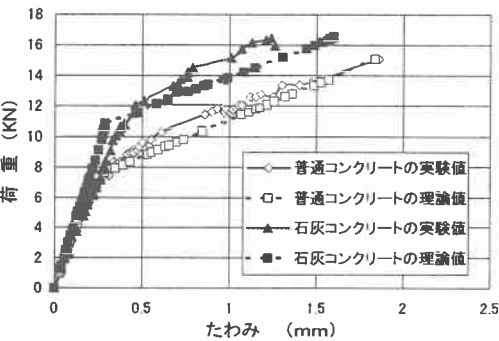
以上の結果において、すべての供試体で曲げひび割れ発生荷重の実験値が理論値より小さくなった。ただし、普通コンクリートの比と比較すると、その差はみられなかった。ひび割れ発生の判定は、コンクリート中央下縁部に貼ったひずみゲージの値により求めたが、破壊状況としてひび割れが数ヶ所に集中し、それがゲージ位置を通らなかったためその判断は難しかった。この曲げひび割れ発生荷重の実験値と計算値との差については、今後の検討課題にしたい。降伏荷重および終局荷重は、すべての試験体で実験値が理論値より大きくなっており、構造部材の設計としては安全側になることが分かった。今回の実験では、理論値と実験値の比について、各コンクリートによってその値にばらつきが見られたが、これは廃材料の特性の違いから発生したものと考えられる。

3.3.2 荷重―たわみの関係

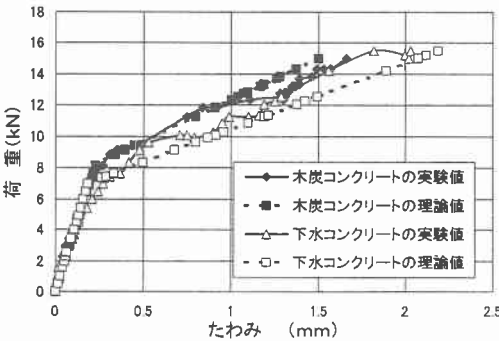
荷重―たわみ曲線を図―2、図―3に示す。理論値と実験値を比較すると、弾性域に関しては、傾きと値がほぼ同じとって良い。塑性域に関しても、傾きはほぼ同じとなったが、若干、木炭コンクリートは実験値が理論値のたわみより大きく、その他のコンクリートは実験値が理論値のたわみより小さくなった。

4. まとめ

- (1) 下水汚泥焼却灰、石灰砕石粉および木炭チップを用いることにより、圧縮強度の増加が見られた。また、弾性係数については普通コンクリートとほぼ同じ値となった。
- (2) 今回のRCはりの実験は、鉄筋量を極めて小さくした断面で実施したこともあり、各破壊状況における実験値と計算値との間で差が生じた。しかし、たわみに関してはよく近似していた。



図―2 荷重―たわみ曲線 (普通コンと石灰コン)



図―3 荷重―たわみ曲線 (木炭コンと下水コン)