

廃タイヤのゴムチップを用いた特殊コンクリート

岐阜大学 学生員○孕石孝平 今岡徹也
岐阜大学 正会員 国枝 稔 鎌田敏郎 六郷恵哲
(株)ピー・エス 正会員 川本幸広 滝 憲司

1. はじめに

自動車の普及に伴い、廃タイヤの数は年々増加している。廃タイヤのリサイクル率は93%と高いが、その大部分は熱利用であるので、熱利用以外の用途開発が望まれている。また、ゴムチップは耐衝撃性、防音性、保温性、高変形性、軽量性など多くの性能及び用途が期待できる。
そこで本研究では、廃タイヤのゴムチップを用いて従来のコンクリートにない優れた性能を持つコンクリートの開発を目的とし、まずゴムチップ混入コンクリートの製造方法と基本特性に関する実験を行った。さらにゴムチップは緩衝材として耐衝撃性が期待できるので、ゴムチップ混入コンクリートの衝撃実験を行った。

2. 実験内容と実験方法

2-1. 製造方法と基本特性に関する実験

ここではゴムチップ混入コンクリートの製造方法の確立と基本特性の把握を目的として実験を行った。

結合材には、早強ポルトランドセメントとポリエステル樹脂の2種類を用いた。

セメントコンクリートに関しては、ゴムチップに加え、鋼繊維（インテンド型）、アラミド繊維、ビロン繊維（いずれも混入率は1%、長さは20mm）で繊維補強したものなど計6種類を作製した。樹脂コンクリートに関しては3種類作製した。セメントコンクリートの配合を表-1に示す。樹脂コンクリートの配合を表-2に示す。

供試体については、4×4×16cmの曲げ供試体とφ5×10cmの圧縮供試体を各3体ずつ作製した。圧縮強度と曲げ強度、弾性係数（圧縮供試体より）、および荷重とひずみの関係を計測した。

2-2. 衝撃実験¹⁾

表-3に示す4種類の供試体について比較・検討した。供試体寸法は、50×100×500mm（厚さ×幅×長さ）とした。GUMC(1)は、ゴムチップ混入鋼繊維補強コンクリートにD6の鉄筋を2本加えたものである。またGUMC(2)は、緩衝材としてゴムチップ混入鋼繊維補強コンクリートを用いたものであり、母材部を40×100×500mmとし、その上に10mmの厚さで緩衝材を打ち継いだ。緩衝材を打ち継いだ供試体の母材コンクリートには、普通コンクリート（RC-D6用）と鋼繊維補強コンクリート（PC-30-1.0とGUMC(2)用）を用いた。ゴムチップ混入鋼繊維補強コンクリートの配合は、2-1で示したB-②である。

試験方法は、落錘式衝撃載荷試験²⁾とした。スパンを400mmとして、中央集中載荷とした。計測項目は、重錘の加速度、供試体載荷点の加速度、および残留変位の3項目とした。加速度については、ストレインアンプ、デジタルウェーブメモリを介して、パソコンに記憶させた。重錘の加速度と質量から衝撃荷重を、また供試体の加速度からは供試体の変位を算定した。残留変位は、高感度変位計を用いて計測した。

高さ100mmから100mmずつ重錘の落下高さを上げて、各一回ずつ計測を行う試験を、供試体の残留変位が5mmを超えるまで行った。ただし20回目以降は、装置の都合により、落下高さは2000mmとした。

表-1 セメントコンクリートの配合

	ゴム混入率 (vol%)	W/C (%)	単位量 (kg/m ³)							
			W	C	S	G	ゴム	繊維		高性能 AE 減水剤
A-①	0	44.3	151	341	768	1026	0	—	—	—
A-②	3.4	44.8	152	340	697	1001	35	—	—	—
A-③	13.6	46.3	158	340	492	935	141	—	—	—
B-①	29	30	196	635	661	—	300	アラミド	13.9	12.7
B-②	29	30	196	635	661	—	300	鋼繊維	78.2	12.7
B-③	29	30	196	635	661	—	300	ビニロン	13.0	12.7
B-④	29	28	196	655	681	—	310	—	—	13.0

表-2 樹脂コンクリートの配合

	ゴム混入率 (vol%)	単位量 (kg/m ³)				
		樹脂	砂利	砂	炭酸カルシウム	ゴムチップ
C-①	0	413	0	1030	618	0
C-②	24.1	227	803	322	321	250
C-③	22.9	318	0	796	478	238

表-3 供試体の種類

供試体名	種類	プレストレス 上、下縁(MPa)	母材コンクリートの SF含有量 (%)	鉄筋量
RC-D6	RC	—	—	D6 2本
GUMC(1)	RC+ゴム	—	—	D6 2本
PC-30-1.0	PC+SF	0.1, 5.8	1.0	φ9 2本
GUMC(2)	PC+SF+ゴム	0.1, 5.8	1.0	φ9 2本

SF：鋼繊維（両側フック型、30mm）を1%混入

3. 実験結果および考察

3-1. ゴムチップ混入コンクリートの基本特性

曲げ供試体の種類毎の応力-ひずみ曲線を図-1に、また基本特性を表-4に示す。

AグループおよびCグループに関しては、コンクリート中のゴムチップの混入量が増加すると、強度が低下した。原因としてゴムチップとセメントまたはポリエステル樹脂との接着力が弱いことが挙げられる。

Bグループでは、3種類の繊維のうち鋼繊維で補強したコンクリートが圧縮強度、曲げ強度ともに最大であった。繊維補強のある場合、ない場合に比べ、圧縮強度および曲げ強度には、差があまり生じなかったが、最終ひずみの値は大きくなった。

表-4 基本特性

	圧縮強度 (MPa)	曲げ強度 (MPa)	弾性係数 (GPa)
A-①	37.8	6.1	26.5
A-②	29.2	5.2	25.0
A-③	10.3	3.6	14.2
B-①	14.6	4.4	11.3
B-②	14.9	5.3	12.3
B-③	13.7	4.6	10.3
B-④	14.7	4.7	12.7
C-①	—	27.8	—
C-②	—	2.4	—
C-③	—	6.9	—

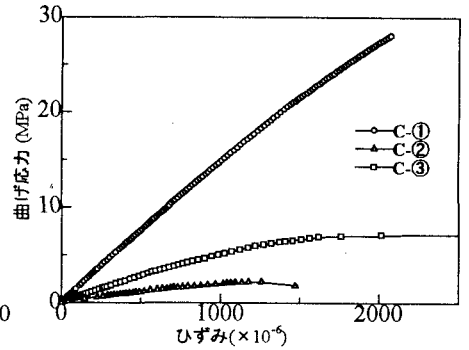
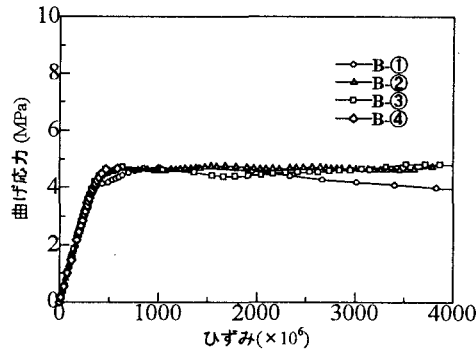
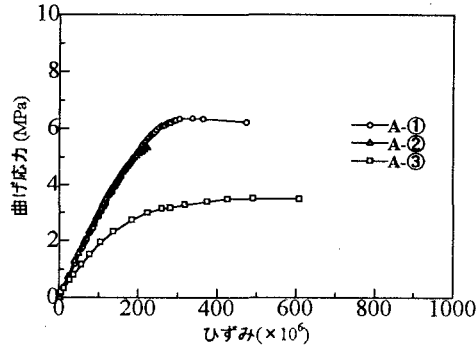


図-1 応力-ひずみ曲線

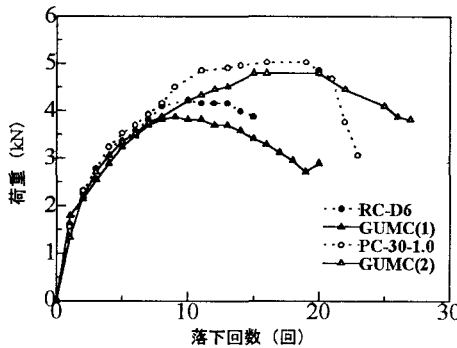


図-2 衝撃荷重と落下回数との関係

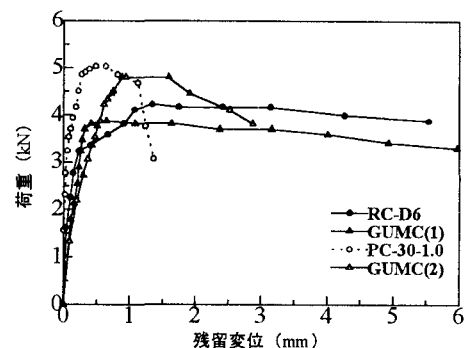


図-3 衝撃荷重と残留変位の関係

3-2. 衝撃実験結果

供試体毎の衝撃荷重と落下回数との関係を図-2に、また衝撃荷重と残留変位との関係を図-3に示す。

RC系部材に関しては、RC-D6及びGUMC(1)ともに、衝撃荷重-残留変位曲線の形にあまり違いはないが、GUMC(1)の方が衝撃に対する

反力が小さくなった。これは、ゴムチップ混入鋼繊維補強コンクリートが衝撃作用を緩和しているためと考えられる。PC系部材に関しては、PC-30-1.0が圧縮側のコンクリートの飛散によって早い段階から破壊が進行するのに対して、GUMC(2)はゴムチップ混入鋼繊維補強コンクリートの緩衝効果によって、コンクリートの飛散が防止された。またPC-30-1.0が落下回数が23回で破壊しているのに対して、GUMC(2)は27回で破壊している。このことによりGUMC(2)の方がPC-30-1.0よりも衝撃に対する耐力が大きいことがわかる。

4. おわりに

以上の実験を行い、下記に示す結果を得た。

- (1) ゴムチップの混入量が増加すると、セメントコンクリートならびにポリエステル樹脂コンクリートの強度は低下した。
- (2) ゴムチップ混入鋼繊維補強コンクリートを緩衝として用いることにより、供試体に作用する衝撃荷重が小さくなり、コンクリートの飛散が防止でき、耐衝撃性能の向上が認められた。

今後は、軽量骨材を用いたゴムチップ混入コンクリートの作製や結合材にウレタン樹脂を用いて比較を行う予定である。

【参考文献】

- 1) 六郷恵哲、鎌田敏郎ら他4名：各種繊維補強セメント系複合材料の衝撃破壊性状、平成11年度土木学会中部支部研究発表会、投稿中、2000。
- 2) 小柳治、六郷恵哲、内田祐市、岩瀬裕之：衝撃荷重下のコンクリートの変形と破壊に関するエネルギー的考察、第5回コンクリート工学年次講演会講演論文集、pp.129~132、1983。