ゴムチップ混入モルタルの衝撃緩衝特性に関する研究

防衛大学校[院]　学生会員　○佐藤　匡浩
防衛大学校　正会員　　藤掛　一典

1　序　　論

1.1　研究の背景

現在，我が国において毎年 100 万ｔ以上の廃タイヤが発生しており，その９割以上はリサイクルされている．しかしながら，そのうち６割以上が燃料として再利用されるサーマルリサイクルで，原料として再加工されるものは１割程度というが現状である．

1.2　本研究の目的

本研究では，CO_2 発生の抑制による環境負荷軽減の観点から廃タイヤの原形加工利用の一つの手法として，1～2mm 程度に破砕したゴムチップを細骨材としてモルタルに混入したゴムチップ混入モルタルの衝撃緩衝材としての活用を検討するために，ゴムチップ混入モルタルの衝撃特性および衝撃緩衝効果を調べることにした．なお，本研究における衝撃緩衝材に求められる緩衝効果としては，1）伝達荷重が小さいこと，および 2）吸収エネルギーが大きいことである．

2　実験の概要

2.1　試験体

本研究では表-1 に示す 6 種類のゴムチップの混入率を変えたゴムチップ混入モルタルを用いて，円柱試験体（直径 100×高さ 200mm）を作成した．なお，水セメント比は 55%で．セメントには普通ポルトランドセメント（密度 3.15g/cm^3），細骨材には山砂（密度 2.50g/cm^3）及びゴムチップ（密度 0.98g/cm^3）を使用した．

表-1　配合設計

ゴムチップ混入率	W [kg]	C [kg]	S [kg]	Rubber [kg]
0%	275	500	1391	0
5%	275	500	1321	27
10%	275	500	1252	55
20%	275	500	1113	109
40%	275	500	834	218
80%	275	500	278	436
100%	275	500	0	545

2.2　ゴムチップ混入モルタルの力学的特性試験

2.2.1　静的載荷試験

油圧式万能試験機を用いてゴムチップ混入モルタルの静的載荷試験を行った．なお，最大荷重到達後，荷重がほぼゼロに近くなるまで載荷を継続しゴムチップ混入モルタルの荷重 - 変位関係を計測した．

2.2.2　衝撃載荷試験

ゴムチップ混入モルタルの衝撃特性を調べるために重錘落下式衝撃載荷装置を用いて衝撃載荷試験を行った．ここで，重錘の質量は 400 kg，落下高さは 300mm とした．円柱試験体下端に設置したロードセル，重錘に取り付けた加速度計ならびにレーザー式変位計を用いて試験体に作用する荷重や試験体の変位を計測するとともに，高速ビデオカメラで破壊の進展状況を観察した．

2.3　衝撃緩衝効果試験

ここでは，ゴムチップ混入モルタルの構造物に対する緩衝効果を調べるため，図-1 に示すように重錘落下式衝撃裁荷装置を用いて衝撃緩衝効果試験を行った．実験では，構造物に見立てた U 字溝の上面に緩衝材としてゴムチップモルタルを設置し，質量 400kg の重錘を落下高さ 300mm あるいは 400mm から落下し，緩衝材としてのゴムチップモルタルの状況ならびに U 字溝の損傷状況を調べることとした．なお，重錘に取り付けた加速度計ならびにレーザー式変位計を用いて試験体に作用する荷重や試験体の変位を計測するとともに，高速ビデオカメラで破壊の進展状況を観察した．

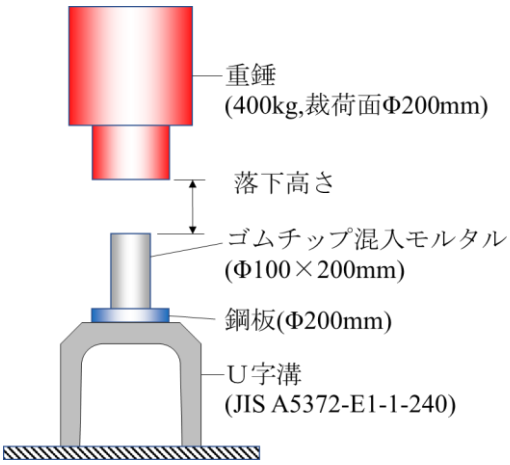

図-1　衝撃緩衝効果試験

キーワード　　ゴムチップ混入モルタル，　衝撃，　緩衝効果，　伝達荷重，　吸収エネルギー
連絡先　　〒239-0811　神奈川県横須賀市走水 1-10-20　防衛大学校　建設環境工学科　TEL　046-841-3810

© Japan Society of Civil Engineers

3　実験結果

3.1　最大伝達荷重

図-2 に静的および衝撃載荷試験で得らえた最大伝達荷重とゴムチップ混入率の関係を示す．ゴムチップ混入率が大きくなると最大伝達荷重が小さくなるという結果がわかる．

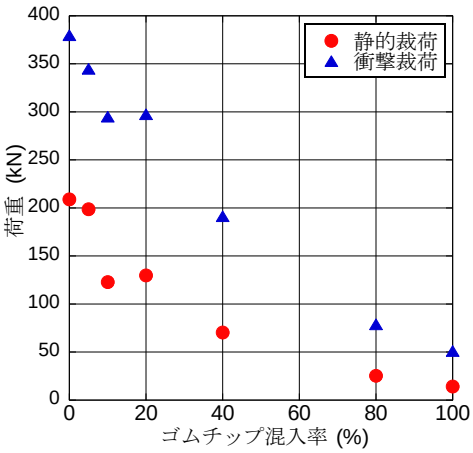

図-2　最大伝達荷重とゴムチップ混入率の関係

3.2　吸収エネルギー

図-3 に静的および衝撃載荷試験で得らえた吸収エネルギーとゴムチップ混入率の関係を示す．この図から，静的載荷時にはゴムチップ混入率が大きくなると吸収エネルギーが減少しているのに対して，衝撃載荷においてはゴムチップ混入率が大きくなるのに従い吸収エネルギーも大きくなるのがわかる．このことからゴムチップ混入モルタルは衝撃荷重下において優れた吸収エネルギー特性を示しているといえる．

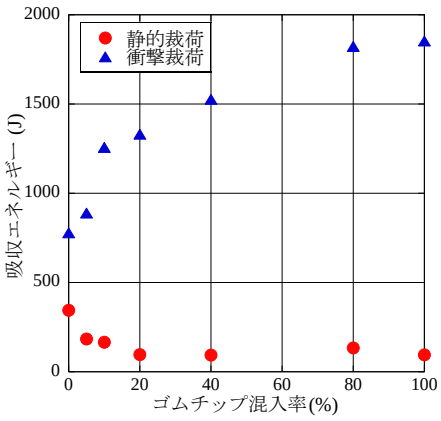

図-3　吸収エネルギーとゴムチップ混入率の関係

3.3　U 字溝の静的載荷試験

U 字溝を用いた衝撃緩衝効果試験を行う前に U 字溝の静的耐力を評価することを目的として静的圧縮載荷試験を行った．その結果得られた荷重-変位関係を図-4 に，載荷試験後の試験体の状況を図-5 にそれぞれ示す．U 字溝の静的耐力は約 170kN で押し抜きせん断破壊が生じた．

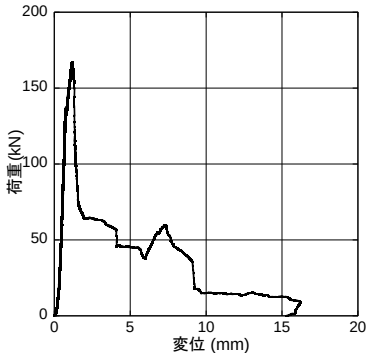

図-4　U 字溝の静的載荷における荷重変位関係

図-5　静的載荷試験後の状況

3.4　衝撃緩衝効果試験

表-2 に衝撃緩衝効果試験で得られた各落下高さ及びゴムチップ混入率ごとの U 字溝の損傷状況をまとめたものを示す．この表から，ゴムチップ混入率 40%以上で有効な衝撃緩衝効果が得られたことがわかる．

表-2　U 字溝の損傷状況

落下高さ (mm)	ゴムチップ混入率						
	0%	5%	10%	20%	40%	80%	100%
300	×	×	▲	△	○	○	○
400	＼	▲	▲	＼	○	○	○

○：損傷なし　　▲：重大な損傷(ひび割れ幅 1mm 以上)
×：崩壊　　△：軽微な損傷（ひび割れ幅 0.3mm 程度）

3.5　緩衝効果試験における破壊の進展状況

ゴムチップを混入していない 0%の緩衝材試験体では，緩衝材はほとんど無損傷の状態であるのに対して，U 字溝には押抜きせん断破壊が生じ短時間で崩壊した．一方，ゴムチップ混入率 100%の緩衝材試験体では，衝撃載荷後，重錘が停止するまでに 112ms という非常に長時間にわたることと試験体全体がクラッシュするように圧壊しているのが特徴である．このような破壊進展状況の違いが優れた衝撃緩衝特性が生じる理由と考えられる．

4　結　　論

最大伝達荷重，吸収エネルギーおよび破壊進展状況を調べた結果，40%以上のゴム混入率を有するゴムチップ混入モルタルが優れた緩衝効果を持つことが分かった．

© Japan Society of Civil Engineers