

タイヤチップ混合固化処理土の動的変形特性

茨城大学 学生会員 ○荒孝太郎
 茨城大学 正会員 村上哲 小峯秀雄
 旭化成建材(株) 正会員 塚田義明 牧田晃介

1. はじめに

近年、土壌および地下水等の汚染防止策として、固化処理土を用いた遮水壁が普及している。固化処理土は、高い強度と遮水性を有する反面、脆性的な破壊を示すことが知られている¹⁾。そのため、地震のような繰返し荷重が作用した場合においても同様な破壊が懸念される。そこで、固化処理土を遮水壁として適用するために、脆性的な性質を改善することは重要な課題である。その解決策として、現在、廃タイヤを繊維状に加工したタイヤチップを固化処理土に混合する手法が検討されている^{1),2)}。図1に本研究で用いた繊維状に加工されたタイヤチップを示す。坂野ら³⁾は、固化処理土にタイヤチップを混合率10%で混合した場合、曲げ・圧縮荷重に対して靱性が向上することを明らかにした。一方、地震時のような繰返し荷重を受けた場合においても、靱性の向上効果が得られるかは解明されていない。



図1 繊維状のタイヤチップ

そこで、本研究では、タイヤチップ混合固化処理土の動的強度変形特性の把握と、靱性を調査することを目的とし、繰返し三軸試験装置を用いた動的変形試験を実施した結果について報告する。

2. 供試体作製方法

表1 タイヤチップ混合供試体の配合率

本研究では、土試料として相馬珪砂6号[$\rho_s: 2.48\text{g/cm}^3$, 粒径: 0.25~0.85mmの中砂分89.4%], 相馬珪砂8号[$\rho_s: 2.653\text{g/cm}^3$ 粒径0.075~0.25mmの細砂分44.9%, 粒径

供試体名称	タイヤチップ混合率(%)	配合(g/L)					
		相馬珪砂		水	固化剤	減水剤	タイヤチップ
		6号	8号				
T-0	0	205.47	68.69	81.44	10.79	1.96	0.00
T-5	5	195.07	65.16	77.32	10.40	1.96	11.38
T-10	10	184.87	61.82	73.40	9.81	1.77	22.57

0.005~0.075mmのシルト分49.4%]を質量比3:1の割合で混合したものをを用いる。固化剤にセメント系固化剤であるユースタビラー、減水剤にMIGHTY150、そして、タイヤチップは、廃タイヤからワイヤーや繊維を抜き取り、繊維状に加工したものをを用いた。表1に、本研究で用いるタイヤチップ混合率0, 5, 10%(以下、T-0, T-5, T-10)における供試体の配合率を示す。

供試体の作製には、直径5cm×高さ10cmのプラスチック製プラモールド(以下、モールドと記す)にプラスチックシートを入れた型枠を用いた。プラスチックシートは、モールドに供試体が密着して型崩れすることを防止するために使用した。試料は、攪拌機および手練りで十分に混合した試料をモールドに5回に分けて注入した。その際にモールドの底部を軽く叩き気泡を排出させた。試料の注入が終了したモールドは、恒温20°C・恒湿70%のボックスの中で2日間空中養生させた後、26日間水中養生した。28日養生終了後、三軸圧縮試験および繰返し三軸試験を行なった。

3. タイヤチップ混合固化処理土の動的変形特性

3.1 繰返し三軸試験概要

繰返し荷重を受けた場合におけるタイヤチップ混合固化処理土の強度変形特性および靱性を把握するために、繰返し三軸試験を実施した。なお、試験方法は、「地盤材料の変形特性を求めるための繰返し三軸試験方法(JGS 0542-2009)」⁴⁾に準拠し行った。表2に試験条件を示す⁵⁾。図3に

表2 繰返し三軸試験条件

試験条件	拘束圧(kPa)	24.5
	振動数(Hz)	0.1
	載荷回数	11
	載荷制御	応力制御
	載荷方法	片振幅載荷
	載荷波形	正弦波
	排気排水条件	非排水
供試体	飽和状態	不飽和
	タイヤチップ混合率(%)	0, 3, 5, 10
	直径φ(mm)	50
	高さh(mm)	90

キーワード：動的変形特性 タイヤチップ 剛性率

連絡先：〒316-8511 茨城県日立市中成沢町4-12-1 茨城大学工学部都市システム工学科

繰返し三軸試験機の概略図を示す。繰返し三軸試験では、ファンクションジェネレータを用いて、周波数 0.1Hz の所定の正弦波軸荷重を側圧一定のもと片振幅で圧縮側より载荷した。また、载荷させる応力振幅は、载荷回数 11 回を 1step とし、step ごとに段階的に大きくしていった。そして、本試験では step において応力振幅が所定の応力に達しなかったところを破壊と定義し、供試体が破壊に至った段階で試験を終了とした。一般的な载荷方法として、両振幅载荷が用いられているが、本試験においては片振幅正弦波を用いた。その理由は、固化処理土の供試体は、拘束圧を载荷した状態で両振幅载荷させた場合、供試体が引張方向に追従出来ないため、試料キャップと供試体上部が離れてしまい、所定の応力振幅を加えることが困難なためである。

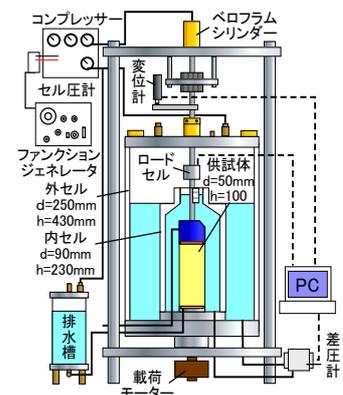


図3 繰返し三軸試験機概略図

3.2 繰返し三軸試験結果

図4に T-0, T-5, T-10 における $G, h-\gamma$ 曲線関係を示す。 $G, h-\gamma$ 曲線で示している初期剛性率 G_0 は、step1 の剛性率を初期値として用いている。図4より T-0, T-5, T-10 における剛性率と履歴減衰率の関係を比較すると、T-0 の剛性率は、片振幅せん断ひずみが 0.8%程度から急激に剛性率が低下し、1%を超えたところで破壊している。T-5 は、片振幅せん断ひずみが 0.7%程度から急に剛性率が低下し、約 2%で破壊に至っている。また、T-10 は、せん断ひずみが 0.5%程度から剛性率が緩やかに低下し、約 3%で破壊に至っている。履歴減衰率に関して比較すると、T-0 は、片振幅せん断ひずみが 0.2%から 1%程度まで急に増加し、履歴減衰率は最大 12%程度まで増加している。T-5 は、片振幅せん断ひずみが 0.3%から 2%程度まで増加し、履歴減衰率は最大 15%程度まで増加している。T-10 では、片振幅せん断ひずみが 0.5%から 3%程度まで緩やかに増加し、履歴減衰率は最大 15%以上に増加している傾向を示している。

この結果から、タイヤチップ混合率の増加に伴い靱性が向上していることが確認できる。これは、弾性体であるタイヤチップを混合したことで、固化処理土が受けた荷重に対して変形しやすくなったため、破壊に至るまでのひずみが増加していることが要因の一つであると考えられる⁹⁾。

4. 結論

タイヤチップ混合固化処理土の動的変形特性は、タイヤチップを混合することで、破壊に至るまでのひずみが増加する。また、剛性の低下が緩やかになり、履歴減衰率も緩やかに増加していることから、タイヤチップを混合することで大きな変形にも追従する傾向がみられた。このことから、タイヤチップを混合することで繰返し荷重に対して靱性の向上効果があることが確認できた。

《参考・引用文献》

- 1) 御手洗義夫, 安原一哉, 菊池喜昭, Ashoke K.Karmokar: 古タイヤゴムチップを固化処理土に混合した新しい地盤材料の開発と力学的特性, 土木学会論文集 C, Vol.63 No.3, 887, 2007.
- 2) 東亜建設工業株式会社: 地盤・防災技術室論文集第16集, pp.269-270, 2006.
- 3) 坂野彰・村上哲・小峯秀雄・塚田義明・牧田晃介: タイヤチップ低混合固化処理土の強度変形特性に及ぼすタイヤチップ混合率の影響, 第46回地盤工学研究発表会, pp.527-528, 2011.
- 4) 社団法人地盤工学会: 地盤材料試験の方法と解説二冊分の2, pp.750-781, 2009.
- 5) 荒孝太郎・村上哲・小峯秀雄・塚田義明・牧田晃介: 第47回地盤工学研究発表会投稿中
- 6) 龍岡文夫・足立紀尚: 新体系土木工学 土の力学(III)圧密・せん断・動的解析, pp.211-214, 579-604

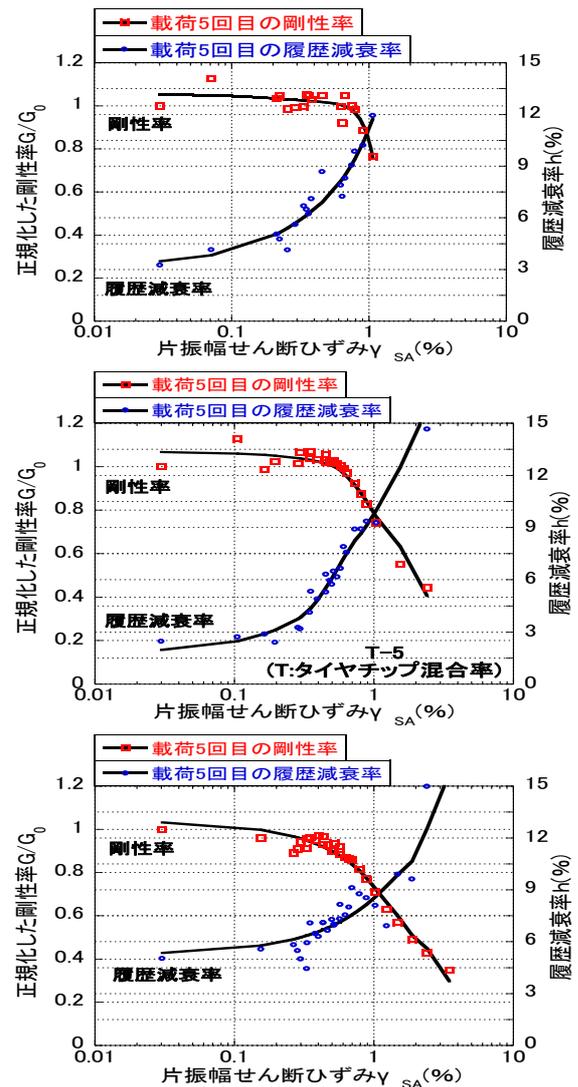


図4 各混合率における $G, h-\gamma$ 曲線関係