

タイヤチップを用いた液状化対策工法に関する実験的検討

福井工業高等専門学校 正会員 吉田雅穂
福井工業高等専門学校 ○堂下翔平
福井工業高等専門学校 正会員 渡辺康二
金沢大学工学部 正会員 宮島昌克
金沢大学大学院 フェロー会員 北浦 勝

1. はじめに

2000 年の日本におけるタイヤリサイクルの割合は図-1の通りであり、リサイクル率は 88%と非常に高い¹⁾。しかしながら、年間の総発生量が1億 300 万本(102 万 9,000 トン)と多いため、不明として扱われる未利用の廃タイヤ蓄積量は年々増加傾向にあり、その処理方法に関する検討が急務と言える。著者らは、廃タイヤを土木材料として再資源化し利用するため、細かく粉砕したタイヤチップを地盤の排水材に適用することを検討しており²⁾、現在では駐車場やテニスコートでの実施が行われている。

さて、地盤内に発生する過剰間隙水圧の早期消散を目的とした液状化対策工法として、透水性の高い碎石を地盤内に設置するグラベルドレーン工法が提案されているが、本研究は、このタイヤチップを碎石の代用材料として活用することを目的とし、1G 場における模型振動実験による検討を行った。

2. 実験概要

図-2 に実験装置の概要を示す。振動台上にアクリル製の土槽を設置し、その中に層厚 300mm の模型地盤を作製して振動実験を実施した。同図の右側は珪砂 7 号を用いて水中落下法により作製した緩詰め飽和砂地盤であり、地下水位面は地表面となっている。同図の左側がタイヤチップによる地盤改良部であり、写真-1 に示すタイヤチップを敷き詰めた。同写真外枠の一边の長さが 5cm に相等し、本実験で利用したタイヤチップの大きさは 2cm から 8cm の間であった。入力波は 5Hz の正弦波を 20 波とし、80gal, 100gal, 100gal, 120gal, 100gal, 80gal と最大加速度を順次変化させ計 6 回の加振を行った。なお、タイヤチップを設置した場合の比較実験として、地盤改良部に碎石を設置した場合、碎石とタイヤチップを混合したものを設置した場合、そして全層が緩詰め飽和砂地盤の場合の計 4 ケースを行った。表-1 に各実験材料の物理定数を示す。また、実験では、入力加速度、地盤の応答加速度と過剰間隙水圧、そして地盤沈下量を計測した。

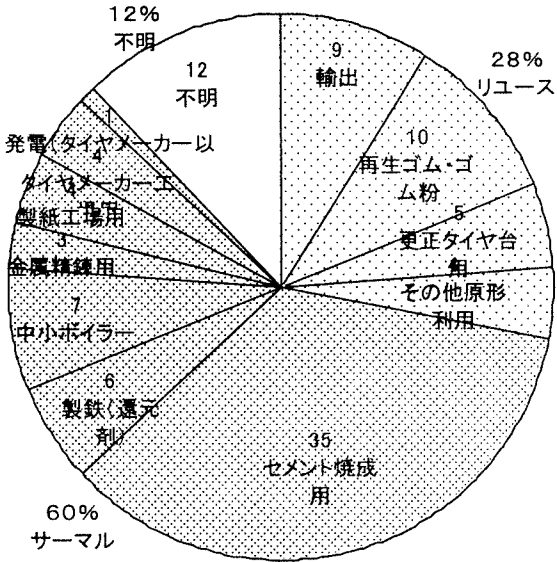


図-1 タイヤリサイクルの状況¹⁾

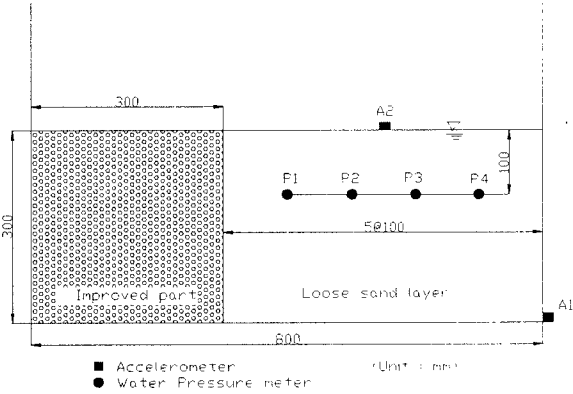


図-2 実験装置の概要

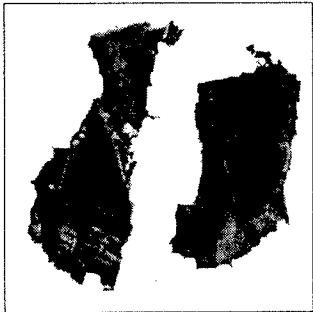


写真-1 タイヤチップ

3. 実験結果および考察

図-3 は各ケースの P1 の位置における過剰間隙水圧比の時刻歴波形を示したものであり、加振 2 回目の結果である。未改良の場合には過剰間隙水圧の消散が終了するまで約 30 秒経過しているが、改良体を設置した場合にはいずれのケースもその消散時間が短縮されており、特に砕石 7 号の場合が最も顕著となっている。しかし、タイヤチップの場合、過剰間隙水圧比の最大値や継続時間の低減に関して、本実験条件の範囲内においては砕石に匹敵する効果は確認できなかった。

現在広く用いられている間隙水圧消散工法の排水材選定基準式³⁾によれば、珪砂 7 号に適した粒度分布を持つ材料は本実験の場合は砕石 7 号である。一方、タイヤチップの粒径は上記基準を満足しておらず、実験においても地盤改良部に砂が混入していることが確認されており、目詰まり現象が発生したものであると思われる。今回利用したタイヤチップは製造工程の中の一次破碎後のものであり、最も低コストで加工できる製品ではあるが、粒径が大きいため砕石 7 号の代用材料として単体で利用することには問題があることが明らかとなった。そこで、表-2 に示すようにタイヤチップと砕石 7 号を混合した実験を実施し、それらの結果も図-3 に示した。その結果、タイヤチップに砕石を混合することにより、砕石 7 号の効果にまでは至らないが、タイヤチップ単体の時よりもその消散効果が向上することが明らかとなった。

図-4 は改良部周辺の地盤沈下率を示したものであり、加振 6 回後の結果である。同図によれば、タイヤチップ単体の場合では、未改良地盤よりも沈下率が大きくなる結果となっている。これは、タイヤチップによる改良対の剛性が小さいことにより、液状化した地盤が改良体の方に変形したことが原因と考えられる。しかし、このことも過剰間隙水圧の消散効果と同様に、砕石との混合体にするによりその変形を抑制し、沈下も低減できることが明らかとなった。

4. おわりに

以上より、タイヤチップを砕石と混合利用することにより、液状化対策工法への適用の可能性を示すことができたが、従来の砕石だけによる対策と同等の効果を得るためには、混合割合や混合方法などについて更に検討が必要と考えられる。なお、実験では福井高専学生の巨椋裕務君の協力を得た。また、タイヤチップは北陸リトレッド株式会社よりご提供頂いた。ここに、記して謝意を表する。

参考文献 1) 久地岡満：廃タイヤの海上輸送によるリサイクル，港湾，Vol. 78, No. 7, pp. 30-31, 2001. 2) 渡辺ら：地盤材としての廃タイヤの再資源化に関する実験的研究，土木学会第 54 回年次学術講演会講演概要集，第 7 部，pp. 496-497, 1999. 3) 大野ら：砕石ドレーンの短期目詰まり限界について，第 19 回土質工学研究発表会，pp. 191-192, 1984.

表-1 実験材料の物理定数

材料	飽和砂層部	地盤改良部		
	珪砂 7 号	砕石 7 号	砕石 5 号	タイヤチップ
密度 (g/cm ³)	2.63	2.67	2.65	1.22
透水係数 (cm/s)	4.79×10^{-3}	9.86×10^{-1}	1.59	2.76
50% 粒径 (mm)	0.16	3.6	13.6	約 50

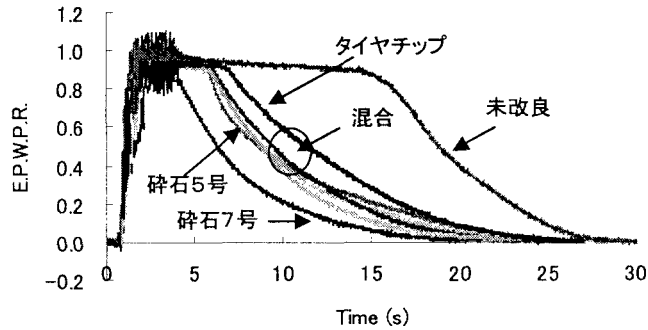


図-3 過剰間隙水圧比の時刻歴波形

表-2 タイヤチップと砕石の混合割合

改良部名称	地盤改良部の混合割合			
	7対1混合	5対1混合	3対1混合	3対1層状
砕石 7 号 (kg)	42	37	30	26
タイヤチップ (kg)	6	7	12	10

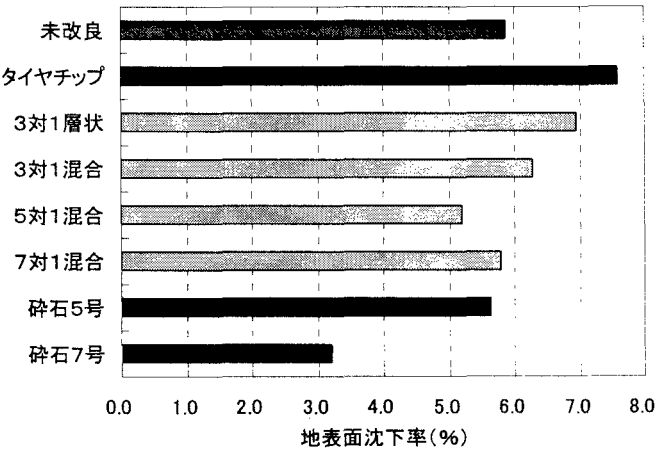


図-4 改良地盤周辺の地盤沈下