

タイヤチップの地盤材としての有効利用に関する基礎的研究

福井工業高等専門学校専攻科 学生員 ○ 松井尚子
福井工業高等専門学校 正会員 渡辺康二
福井工業高等専門学校 正会員 辻子裕二
北陸リトレッド株式会社 奥村健治

1. はじめに

廃タイヤの発生量は、1995 年で年間約 9,900 万本、重量にして約 95 万トンに達する。これらは、遊具用・防舷材用・魚礁用・輸出用などの原形利用に約 19%、再生タイヤ用・再生ゴム用・ゴム粉用などの加工利用に約 21%、セメント焼成用・金属製練用・ボイラー用などの熱利用に約 53%、全体で約 93%がリサイクルされている¹⁾。平均リサイクル率 93%が今後維持されると仮定しても、毎年約 700 万本の廃タイヤが蓄積されることになる。これら廃タイヤの余剰分は、スタッドレスタイヤの出現や有害廃棄物の国境を越える移動およびその処分の規制に関するバーゼル条約の締結等によって今後益々増加することが予測でき、結果として不法投棄・過剰集積等に起因する火災等の問題が懸念される。

一方、タイヤチップを地盤中に埋設した場合の溶出水に含まれる有害物質は、総理府令第 5 号（埋立処分に係る判定基準）および総理府令第 35 号（公共用水域に排出する場合の判定基準）の両判定基準と比較しても極めて低濃度である²⁾。また、5~10cm 程度の大きさのタイヤチップの密度は約 1.22g/cm³と土の密度に比して約半分と小さく、自重ならびに土圧の軽減が期待できる。

以上より、タイヤチップの地盤材としての利用が期待できる。本研究ではタイヤチップが薄片状であることや実地盤における施工性を考慮し、地盤中に層状に水平に施工することを想定して排水試験ならびに強度試験を行った。

2. 実験方法

(1) 実験に用いた地盤モデル

タイヤチップの有無による排水性能を比較するために、表 1 に示す 2 通りの地盤モデルを設定した。ケース B の実験地盤における側面図を図 1 に示す。なお、排水口の位置による影響を避けるため、ケース A においても最下部には 5cm のタイヤチップ層を設けた。タイヤチップはタイヤ破砕機（小野谷機工社製 TIGER-1020・1350 型）を用いて最終的に 5~10cm 程度の薄片形に破砕切断したものを用いた。試料土は表 2 に示すマサ土を用いた。このマサ土を最適含水比 16.8%付近に調整した。地盤モデルは数層に分け、各層同じエネルギー（静荷重）で締固めた。締固めは弾性圧縮が終了する時点まで継続した。タイヤチップ層はビニール性ネットの中にタイヤチップを水平に並べ、締固め後の層厚が各層 5cm になるように調節した。

(2) 排水試験

各地盤モデルに、地盤モデルの表面を乱さないように一回の実験で降雨量 100mm に相当する水を供給し、排水口からの排水量を測定した。それぞれの地盤モデルに対して連続して 4 回の実験を行った。

表 1 設定した地盤モデル

	ケース A	ケース B
タイヤチップ層: 厚 (cm)	無し : 0	2 層 : 10
単位体積質量 (g/cm ³)	1.58	1.33
サイズ W×D×H (cm)	40×100×60	40×100×70

表 2 試料土の土質試験結果

礫分	25.1%	密度	2.64 g/cm ³
砂分	50.2%	粘着力	24.0 kN/ m ²
シルト分	12.4%	内部摩擦角	45°
粘土分	12.3%	Uc (Uc')	276 (6.8)

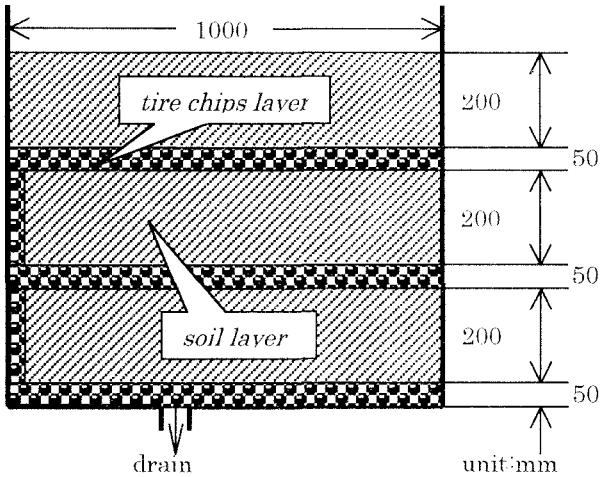


図 1 実験地盤の側面図(ケースB)

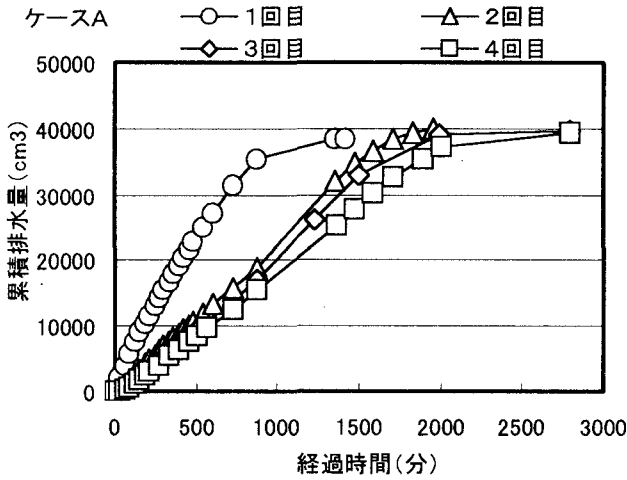


図2 累積排水量—経過時間曲線（ケースA）

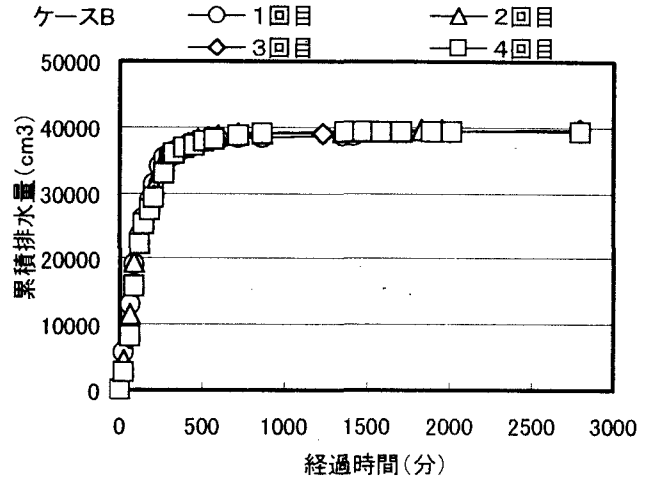


図3 累積排水量—経過時間曲線（ケースB）

(3) 強度試験

排水試験と同じ条件下において、静荷重を载荷し変位を調べた。

3. 試験結果

図2および図3は、それぞれケースAおよびケースBについて経過時間と累計排水量との関係を示したものである。タイヤチップ層を含む場合（ケースB）では、明らかに透水性能の低減率が小さいことが読み取れる。両図の1回目の実験結果から透水係数を求めると、ケースAに対して $k=1.7 \times 10^{-4}$ (cm/sec)，ケースBに対して $k=5.9 \times 10^{-4}$ (cm/sec) が得られる。すなわち、タイヤチップを層厚で土層の 1/6 挟み込むことにより、造成直後の不安定な地盤状態における排水性能は土層のみの場合の約 3.5 倍に向上する結果となった。同様に、4回目の実験結果から透水係数を比較すると、ケースAに対して $k=0.78 \times 10^{-4}$ (cm/sec)，ケースBに対して $k=5.1 \times 10^{-4}$ (cm/sec) が得られる。すなわち、造成後 400mm の降雨があり、やや安定した状態では、タイヤチップ層によって土層のみの場合の約 6.5 倍に透水性能が向上する結果となった。

表3は、4回目の実験終了後直後に各地盤モデル内のマサ土の含水比を調べた結果である。タイヤチップ層のある場合（ケースB）では、地盤モデル中央部（2層目）の含水比がその上下の層に比べて高くなっている。これは、2層目の底部で浸透流により運搬された粘土・シルト等の微粒子が土の間隙中に詰まり、わずかであるが排水性能を低下させているものと推測される。タイヤチップ層を含まない場合（ケースA）では、土層の底部に向かうほど浸透流速の低下に伴い透水性能が低下し、結果として含水比が大きくなっているものと考えられる。

強度試験を行った結果、ケースAに対して 14.8 kN/m^2 の応力で破壊が見られたのに対し、ケースBでは応力 31.8 kN/m^2 の時点でも応力—ひずみ関係に線形性が見られ破壊の兆候さえ確認できなかった。これはタイヤチップにより地盤モデル全体の粘着力が見かけ上大きくなったためと考えられる。

4. おわりに

本研究では、土層とタイヤチップ層を互層構造にすることにより、自重の軽減だけではなく地盤の排水性能ならびに強度が向上するという結論を得た。また、筆者らは実験土層だけでなく、実地盤に対してケースBと同様の施工を行い良好な結果を得ている。

<参考文献>

- 1) (社)日本自動車タイヤ協会：タイヤリサイクルハンドブック, (社)日本自動車タイヤ協会, pp.1-18, 1996.
- 2) (財)化学品検査協会：廃タイヤ溶出水の成分分析調査結果報告書, (社)日本自動車タイヤ協会, pp.1-4, 1991.