

タイヤチップス混合砂の圧密特性

明星大学大学院 学生会員 ○月原 基樹
 (株)昭和石材工業所 非会員 山本 真紀
 明星大学 正会員 矢島 寿一

1.はじめに

近年、モータリゼーションの発展により廃タイヤの発生量が年々増加しており、廃タイヤの処理が大きな問題になっている。図-1 に平成 16 年から 20 年度の廃タイヤの発生量とリサイクル率を示す¹⁾。図-1 より廃タイヤの発生量は平成 16 年度以降 100 万トンを超えている。また廃タイヤのリサイクル率は平成 16 年度以降約 90%であることがわかる。

現在、地盤工学の分野で廃タイヤの地盤材料への適用に向けた力学的特性を明らかにする研究が数多く行われている²⁾。本研究では、平均粒径 $\phi=2.0\text{mm}$ のタイヤチップス(以下、タイヤチップスと呼ぶ)と相馬砂を混合した材料に対して圧密試験を行い、混合比の違いによるタイヤチップス混合砂の圧縮強度および圧密特性の比較検討を行った。

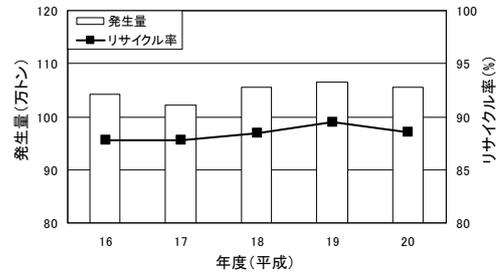


図-1 廃タイヤの発生量とリサイクル率



写真-1 タイヤチップス

写真-2 相馬砂

2.使用材料と試験方法

(1)使用材料

写真-1 にタイヤチップスを、写真-2 に相馬砂を示す。

図-2 にタイヤチップスと相馬砂の粒度分布を示す。図-2 からタイヤチップス、相馬砂ともに粒形が均一であることがわかる。試験ケースはタイヤチップスと相馬砂の体積の割合が 100% : 0%、90% : 10%、75% : 25%、50% : 50%、25% : 75%、10% : 90%、0% : 100%の計 7 ケースとした。

表-1 に本試験で使用する試験ケースの物性値を示す。表-1 から、タイヤチップスの割合が多いと密度が小さく、砂の割合が多くなると密度が大きくなる事がわかる。

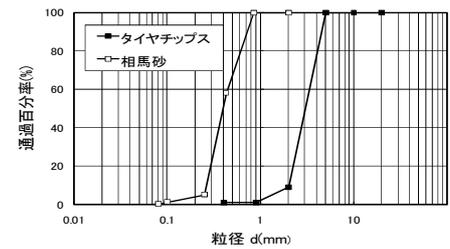


図-2 粒度分布

(2)圧密試験方法

定ひずみ速度載荷による圧密試験を行った。定ひずみ速度載荷試験に使用する供試体寸法は、直径=60mm、高さ=20mm であり、表-1 の最小密度・最大密度の値をもとに、供試体の相対密度が $Dr=80\%$ になるように作成した。また、載荷速度を 0.002mm/min と一定にした。計測間隔は軸圧縮開始後 10 分まで 1 分間隔、その後 1 時間までは 5 分間隔、以降は 10 分間隔とし、荷重計が 1.5 kN または、変位計が 8mm を越えた時点で終了し、その後除荷を行い、荷重計が 0kN に達した時点で試験を終了した。

表-1 使用材料の物性値

	タイヤチップス (%)	相馬砂 (%)	密度 $\rho_s(\text{g/cm}^3)$	最小密度 $\rho_{\min}(\text{g/cm}^3)$	最大密度 $\rho_{\max}(\text{g/cm}^3)$	含水比 W(%)
ケース1	100	0	1.153	0.472	0.677	0.885
ケース2	90	10	1.303	0.548	0.731	0.602
ケース3	75	25	1.502	0.763	0.894	0.412
ケース4	50	50	1.931	1.047	1.237	0.233
ケース5	25	75	2.33	1.228	1.418	0.118
ケース6	10	90	2.578	1.258	1.511	0.048
ケース7	0	100	2.604	1.279	1.562	0.038

3.試験結果

(1)e-logp 曲線での比較

タイヤチップス混合砂の定ひずみ速度載荷試験の間隙比(e)と圧密圧力(logp)の関係を図-3(a)~(g)に示す。これらの図から、間隙比は圧密圧力の増加に伴い、圧密降伏応力(p_c)付近までは徐々に減少するが、圧密圧力が圧密降伏応力(p_c)以上となると間隙比は急激に減少していることがわかる。そして、図-3(a)~(g)を比較するとタイヤチップス混合比が少なくなると圧密降伏応力は増加する。また、圧密降伏応力以後から除荷するまでの圧密圧力の増加に伴う間隙比の減少が小さくなる事がわかる。除荷時の e-logp 関係を見ると圧密圧力の減少に伴い、間隙比は直線的に上昇し、タイヤチップス混合比が減少することで圧密圧力の減少に伴う間隙比の上昇が小さくなり、傾きが緩やかになることがわかる。また、除荷時の圧密圧力 $p=20\text{kN/m}^2$ 時の残留間隙比を比べるとタイヤチップスが多いほど残留間隙比は大きくなる事が

キーワード：タイヤチップス、圧密特性、リサイクル

連絡先 (東京都日野市程久保 2-1-1 TEL : 042-591-9649 FAX : 042-591-9632)

がわかる。

(2) 圧縮指数(Cc)とタイヤチップス混合比の関係

e-logp 曲線から得られた圧密降伏応力以前の圧縮指数(Cc')と圧密降伏応力以後の圧縮指数(Cc)と圧密降伏応力(p_c)と膨潤指数(Cs)を表-2 に示す。そこで、圧縮指数(Cc')、(Cc)とタイヤチップス混合比の関係にまとめると図-4 のようになる。図-4 において圧密降伏応力以前の圧縮指数(Cc')はタイヤチップス混合比が増加するほど大きくなるのがわかる。また、圧密降伏応力以後の圧縮指数(Cc)はタイヤチップス混合比が 0~25% (ケース 5~7) はあまり変化がみられないが、タイヤチップス混合比が 25%以上 (ケース 1~4) となると急激に増加することがわかる。

(3) 圧密降伏応力(p_c)、膨潤指数(Cs)とタイヤチップス混合比の関係

圧密降伏応力(p_c)、膨潤指数(Cs)とタイヤチップス混合比の関係を図-5 に示す。タイヤチップス混合比が大きくなると圧密降伏応力は小さくなるのがわかる。また、タイヤチップス混合比が大きくなると膨潤指数(Cs)が大きくなるが、特に、タイヤチップス混合比が 0~25%では膨潤指数(Cs)にあまり変化はないが、タイヤチップス混合比 25%以上 (ケース 1~5) になると膨潤指数(Cs)が急激に増加することがわかる。

以上のことより、タイヤチップス、タイヤチップス混合砂、砂ともに圧密圧力が増加するにつれ、間隙比は減少する。しかし、タイヤチップス混合比が大きくなるほど圧密圧力の増加に伴う間隙比の変化が大きく、圧縮指数(Cc)が大きくなる。また、タイヤチップス混合比が多いほど圧密降伏応力(p_c)が小さくなる。このことから、タイヤチップス混合比が増加すると、圧密沈下を生じやすくなると考えられる。

4.まとめ

本研究で得られた知見を以下に記す。

1)タイヤチップス混合比が多くなると圧縮指数(Cc)、膨潤指数(Cs)は大きくなり、圧密降伏応力(p_c)は小さくなるのがわかった。

2)タイヤチップス混合比が少ない0~25%以下では圧縮指数(Cc)および膨潤指数(Cs)にあまり変化が見られないことがわかった。

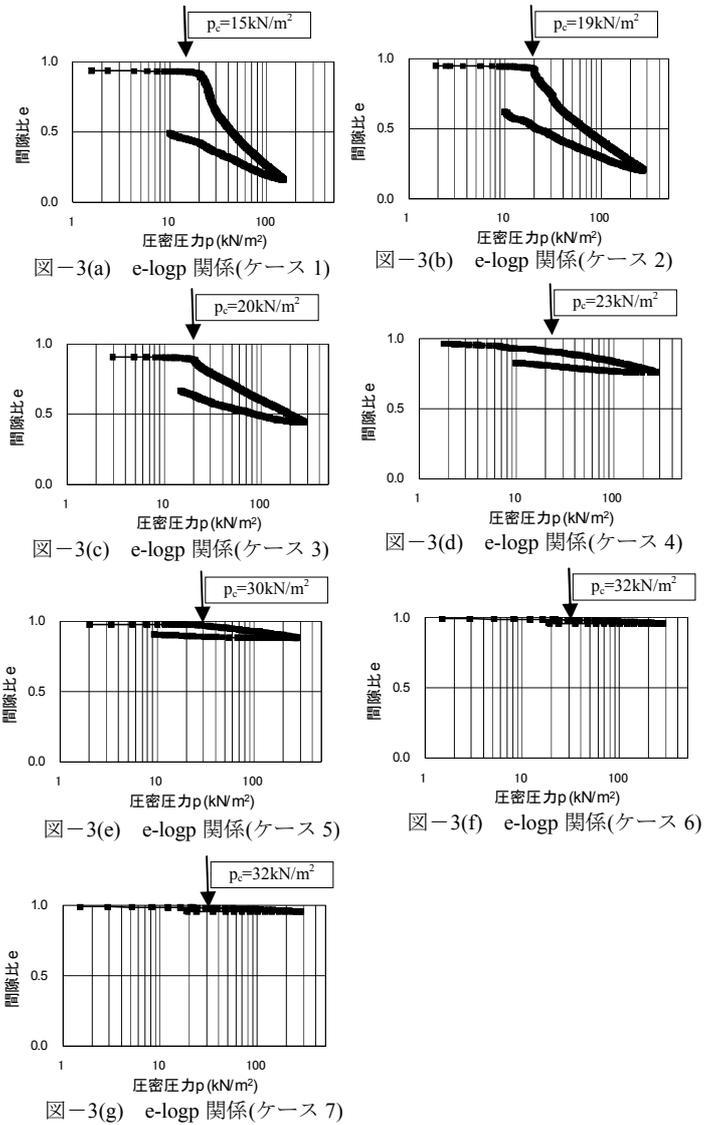
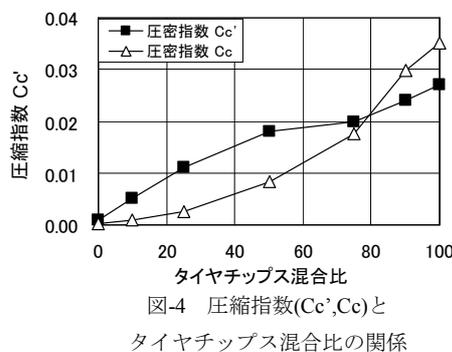
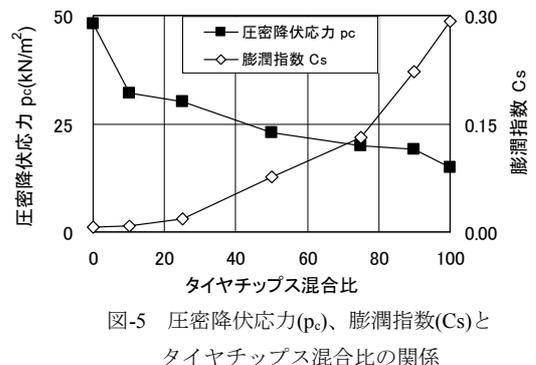


表-2 圧縮指数(Cc',Cc)・圧密降伏応力(p_c)
膨潤指数(Cs)

	p _c 以前の 圧縮指数(Cc')	p _c 以後の 圧縮指数(Cc)	圧密降伏応力p _c (kN/m ²)	膨潤指数Cs	沈下量 S(m)
ケース1	0.027	0.876	15	0.291	0.369
ケース2	0.024	0.743	19	0.222	0.272
ケース3	0.020	0.438	20	0.131	0.158
ケース4	0.018	0.207	23	0.077	0.064
ケース5	0.011	0.063	30	0.018	0.016
ケース6	0.005	0.025	32	0.009	0.006
ケース7	0.001	0.008	48	0.006	0.001



【参考文献】 1) (社)日本自動車タイヤ協会、環境への取り組み、<http://www.jatma.or.jp/environment/report01.html>、2008

2) 矢島・小倉・アショカ・安原：古タイヤチップスの地盤材料としての力学的評価、地盤工学ジャーナル vol.1 No.1、pp.1-7、2006