

# 地盤改良材としてのライスレジンの強度特性に関する研究

地盤災害 液状化 地盤改良

日本地研(株) 正会員 ○石橋 慎一郎  
 九州大学 国際会員 ハザリカ ハマンタ  
 清水建設(株) 国際会員 村井 政徳  
 日本地研(株) 正会員 甲木 善徳  
 九州大学 正会員 馮 超凡  
 九州大学 正会員 河野 達

## 1. はじめに

近年、東北地方太平洋沖地震や北海道胆振東部地震、能登半島地震などにおいて、液状化現象による被害が多数確認された。我が国では、南海トラフ地震や首都直下型地震といった大規模地震の発生も懸念されている。住宅地や社会インフラは埋立地などにも立地しており、液状化に対して脆弱な地盤における甚大な被害も予測される。このため被害を事前対策で予防あるいは軽減し、国民の生命や財産、避難・輸送路となる交通ネットワークを守ることは重要である。

また、地球規模での温暖化から、異常気象を起因とする風水害が頻発化・激甚化している。これを背景に温室効果ガスの排出量を実質ゼロとするカーボンニュートラルやSDGsへの取り組みが推進されている。人々の暮らしや社会経済活動を持続可能なものとするには、地盤工学分野においても温室効果ガス排出量や廃棄物量を削減していくことが求められる。

このため、液状化対策であるグラベルドレーン工法における排水材に着目し、碎石の一部をバイオマスプラスチック(ライスレジン®)に置き換えてCO<sub>2</sub>排出量を削減し、持続可能な社会構築への寄与の可能性について検討した。本研究では、静的および繰返し荷重下において、レジンの力学特性を評価した。



写真-1 液状化被害状況



図-1 SDGsの例



写真-2 ライスレジンの写真

## 2. ライスレジンの特徴<sup>1)</sup>

我が国で生産される米のうち、食用に適さない古米や米菓メーカーなどで発生する粉砕米、飼料として処理されずに破棄される米は年間数十万トンともいわれ、これを有効活用することを目的に作られたのがライスレジンである。原料は国産米であり、石油市場や海外情勢に左右されず安定的に供給でき、樹脂特性として石油系プラスチックとほぼ同等の品質であるというメリットがある。元来地球上にある植物が主原料であるため、従来の石油系プラスチック製品と比較し、使用率によって約30%のCO<sub>2</sub>削減効果を見込むことができる。ライスレジンはSDGsの実現に繋がる新たな地盤材料となる可能性があり、土木分野におけるライスレジンの利活用法として、排水機能を有する粒状材としての適用可能性が考えられる。

## 3. 試験方法

ライスレジンの物理特性である各種密度や粒度分布を求め、礫材との混合率を変化させた数パターンの混合試料を製作した。混合率はハザリカほか(2020)<sup>2)</sup>による既往研究で行われたタイヤチップの適用性における成果を基に設定し、今回の検討結果が対比できるようにした。

表-1 ライスレジンの物性値

粒径(mm)	3.3-4.1
$\rho_{\min}(\text{g}/\text{cm}^3)$	0.768
$\rho_{\max}(\text{g}/\text{cm}^3)$	0.859
$\rho_s(\text{g}/\text{cm}^3)$	1.21
$e_{\max}$	0.575
$e_{\min}$	0.408

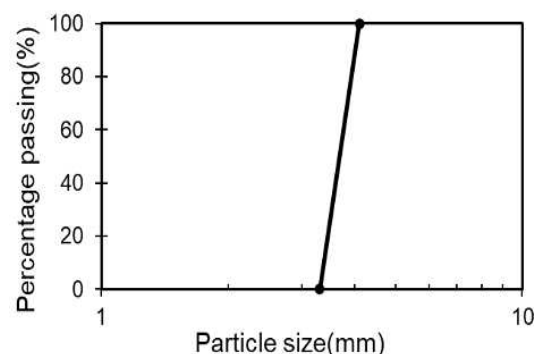


図-2 ライスレジンの粒度分布

混合した各試料については、最大・最小密度を求めた上で各種試験における密度設定を行った。これらの結果を用いて供試体を作製し、透水性や力学特性を把握するための三軸透水試験、圧密排水三軸圧縮試験、繰返し非排水三軸試験を行った。

#### 4. 試験結果

ライスレジンの物理特性を表-1、図-2 に示す。今回使用した材料の粒度分布は 3.3~4.1mm 程度に分級した状態であり、品質は一定範囲の粒径が確保されている。土粒子及び最大・最小密度は、一般的な礫材と比較して非常に軽い特徴を有しており、最大密度が  $\rho_{\max} = 0.859\text{g/cm}^3$  ( $e_{\min} = 0.408$ )、最小密度は  $\rho_{\min} = 0.768\text{g/cm}^3$  ( $e_{\max} = 0.575$ ) の結果を得た。

ライスレジンの透水性は、拘束圧 100~200kPa の条件で三軸透水試験にて求めた(図-3)。試験は所定の拘束圧で圧密した後、三軸試験機に連結した給水タンクからの透水量が安定するまで通水し、定水位法にて測定を行った。その後、排出される水量 200mL になるまでの時間経過を測定し、透水係数を算定した。今回採用した拘束圧の範囲では大きな透水性の相違はみられず、概ね  $2.5 \times 10^{-4}\text{m/s}$  程度であり、やや高い透水性を持つ。

図-4 は、ライスレジンに対して行った圧密排水条件での三軸圧縮試験結果である。供試体は炭酸ガスを用いて飽和度を高めた。結果から内部摩擦角は  $\phi = 28.6^\circ$  であり、一般的な礫材と比較してやや低い値であった。これは形状が円柱状に近く滑らかであるために部分的に粒子が回転移動することなどが原因であると推測される。また既往のタイヤチップの研究結果と対比した結果、礫材とタイヤチップの中間的な強度を示したことから、礫材と混合することで更なるせん断強度の向上が期待できる。

図-5 は、礫とライスレジンの混合材を用いた繰返し非排水三軸試験の結果である。相対密度は  $Dr = 50\%$  に設定し、混合率は礫率(GF)で管理し、各混合率 (44%、55%、87%、100%) における過剰間隙水圧の上昇変化を比較した。礫の混合量が減少するにつれ、平均有効応力的大幅な減少はみられず、過剰間隙水圧の低下傾向がみられた。このため、適正な混合比や密度を設定することで礫材単体と比較して液状化対策としての効果が向上する可能性が考えられる。

#### 5. まとめと今後の方針

- ・ライスレジンのせん断強度は礫に比べ低いのが、現在礫の代替材料として利用されているタイヤチップより高い値を示す。
- ・繰返し荷重作用時におけるせん断変形が少なく、さらに礫と同等の透水性を有することから、液状化防止対策の代替地盤材としての活用が期待できる。
- ・礫混合率 50% 以下では、平均有効応力的大幅な減少がみられず、過剰間隙水圧の上昇を最も抑えられ、液状化の発生が抑制されると考えられる。

現段階では、透水性や力学特性について一定の成果を得ることができた。しかし、今後は相対密度や混合率等の影響を考慮し、ライスレジンの力学特性をより明らかにする必要がある。

#### 参考文献

- 1) 三井物産プラスチック(株) : "国産のお米を使ったプラスチック「ライスレジ」とは?" : <https://www.mitsui-plastics.com/plas-mirai/material/material001/>(参照 2025-03-21),
- 2) Hazarika, H., Pasha, S., Ishibashi, I., Yoshimoto, N., Kinoshita, T., Endo, S., Karmokar, A.K. and Hitosugi, T. (2020) : Tire chips reinforced foundation as liquefaction countermeasure for residential buildings, Soils and Foundations, 60(2), 315-326.

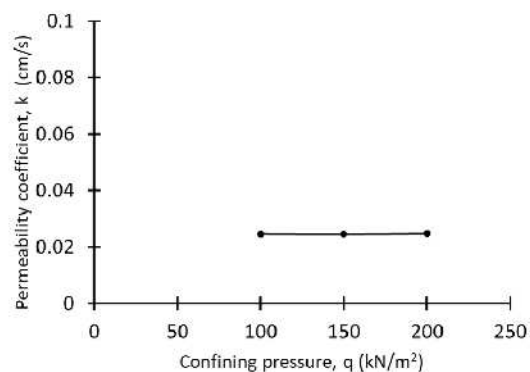


図-3 ライスレジンの透水性

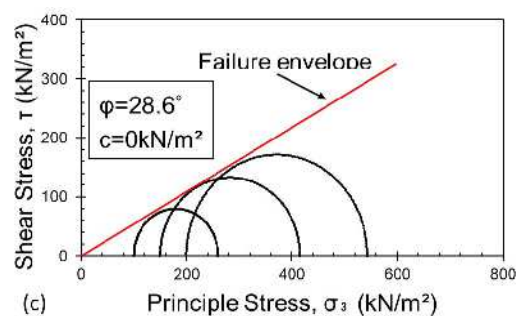


図-4 ライスレジンのモールの応力円 ( $Dr = 43\%$ )

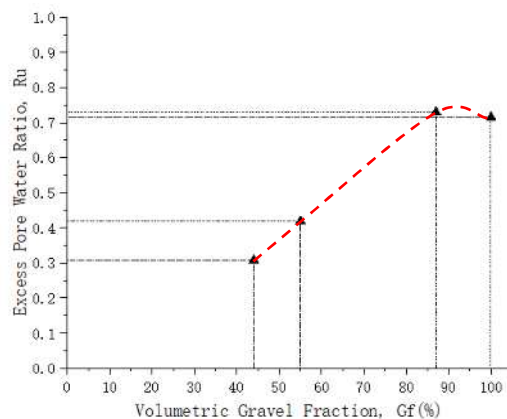


図-5 混合比の違いによる過剰間隙水圧比の変