

## 吸水性高分子摩擦低減剤によるケーソン沈設時における摩擦低減効果（その4）

### — 塗布面積による影響 —

飛島建設(株) 正会員 中村哲世士, 正会員 ○本田省吾  
信州大学工学部 正会員 梅崎健夫

#### 1. はじめに

ニューマチックケーソン工法の沈下促進対策において、周面摩擦力低減対策の一つとして、吸水性高分子摩擦低減剤（FRC）<sup>1),2)</sup>を躯体周面に直接塗布する工法（以下、FRC 工法）が実施されている。FRC 工法の実績においては無処理に対して十分な摩擦低減効果が得られているが、現在、FRC 工法ではFRC を躯体の全周面に塗布することを基本としている。塗布面積を調整することにより、周面摩擦力を制御できる可能性がある。一方、これまでに、実物大のコンクリート版を用いた大型摩擦実験を行い、躯体面（コンクリート版）の粗度による影響<sup>3)</sup>、砂層と礫層の比較<sup>4)</sup>および変位速度と変位量の影響<sup>5)</sup>について報告している。

本文は、砂地盤に対する FRC 工法における FRC の塗布率（＝塗布面積／接地面積）を変化させて摩擦低減効果（摩擦応力、摩擦角）を検討することにより、実用的な摩擦低減率を評価することを目的とした第4報である。

#### 2. 試験の概要

実験には、大型摩擦実験装置（土層の内寸法：幅 1000×長さ 1000×高さ 300 mm）を用いた。また、粗ベニヤと化粧ベニヤの2種類の型枠で作製したコンクリート版（幅 600×長さ 1500×厚さ 200 mm）と砂層（珪砂 6号）を用いた。砂層は、砂（珪砂 6号）を土層内で締め固めた（締固め度 97%以上）後に浸水させて飽和地盤とした。粗ベニヤで作製したコンクリート版（粗度 B）、化粧ベニヤでのコンクリート版（粗度 P）ともに下面に吸水性高分子摩擦低減剤（4層構成）を塗布して 24 時間以上乾燥させ、塗布面を砂層上面に設置（接触面積  $A=0.600 \text{ m}^2$ ）した。実験装置および実験方法の詳細は、参考文献<sup>3)</sup>を参照されたい。化粧ベニヤでのコンクリート版の場合には、水平移動量 10 mm 毎に垂直応力  $\sigma'$  を段階载荷（ $\sigma'=80, 200, 400, 500, 600 \text{ kN/m}^2$ ）した。一方、粗ベニヤでのコンクリート版の場合には、一定の垂直応力  $\sigma'=100 \text{ kN/m}^2$  を载荷し、水平移動量 250 mm までの摩擦実験を実施した。いずれの実験においても変位速度は 1.0 mm/min とした。垂直応力  $\sigma'$ 、摩擦応力  $\tau$  および摩擦角  $\delta'$  は、 $\sigma'=P/A$ （ $P$  はコンクリート版の自重を含む）、 $\tau=S/A$  および  $\tau=\sigma' \cdot \tan\delta'$  式を用いて算定し、 $\delta'=\tan^{-1}(\tau/\sigma')$  より摩擦角  $\delta'$  を算定した。また、FRC 塗布率 100%, 0%の摩擦角をそれぞれ  $\delta'_{100}$ ,  $\delta'_0$  とした場合、それぞれ面積比の和になるとすれば、塗布率  $\alpha\%$  における摩擦応力  $\tau(\alpha)$ 、摩擦角  $\delta'(\alpha)$  は次式

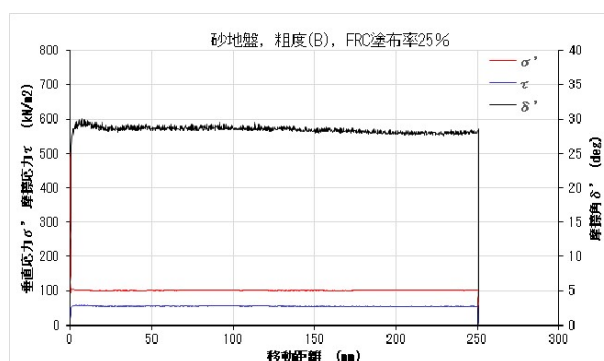


図-1 砂層、粗度(B)、塗布率 25%の実験結果

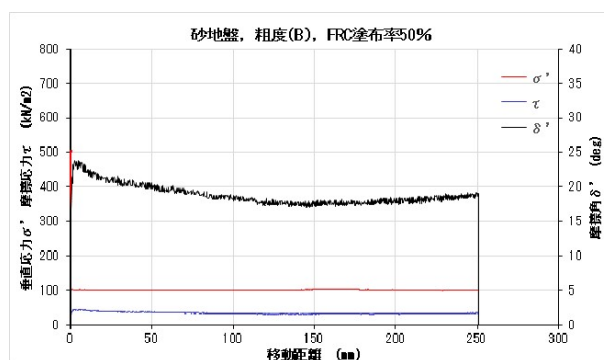


図-2 砂層、粗度(B)、塗布率 50%の実験結果

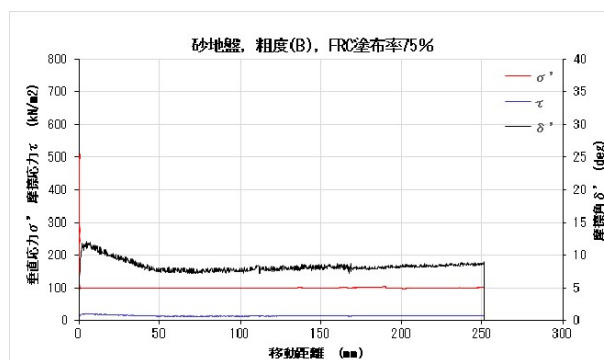


図-3 砂層、粗度(B)、塗布率 75%の実験結果

キーワード：周面摩擦、吸水性高分子摩擦低減剤、砂、礫、塗布面積

連絡先：〒108-0075 東京都港区港南一丁目 8 番 15 号 W ビル 5F 飛島建設(株)土木本部 TEL03-6455-8328

で表される。

$$\tau(\alpha) = \sigma' \cdot \tan(\delta'_{100}) \times (\alpha/100) + \sigma' \cdot \tan(\delta'_0) \times (1 - \alpha/100)$$

$$= \sigma' \{ \tan(\delta'_{100}) \times (\alpha/100) + \tan(\delta'_0) \times (1 - \alpha/100) \} \quad (1)$$

$$\delta'(\alpha) = \tan^{-1} \{ \tau(\alpha) / \sigma' \}$$

$$= \tan^{-1} \{ \tan(\delta'_{100}) \times (\alpha/100) + \tan(\delta'_0) \times (1 - \alpha/100) \} \quad (2)$$

### 3. 試験結果および考察

図-1～図-3に、砂地盤に対する粗ベニヤで作製したコンクリート版（粗度 B）における塗布率 25～75% の場合の結果を示す。また、図-4～図-6に砂地盤に対する化粧ベニヤでのコンクリート版（粗度 P）における塗布率 25～75% の場合の結果を示す。これらの結果に塗布率 100% の場合の結果<sup>3)</sup>を追加して、 $\sigma'$ - $\tau$ 関係を整理したものが図-7である。

図-7における $\sigma'$ - $\tau$ 関係は、塗布率ごとに異なる原点を通る直線として近似できる。粗ベニヤで作製したコンクリート版（粗度 B）の摩擦応力が化粧ベニヤでのコンクリート版（粗度 P）のそれよりも少し小さいが、ここでは安全側の近似値として同一の直線で評価する。

図-8に、図-7の近似直線より得られた摩擦角と FRC の塗布率 $\alpha$ の関係を示す。両者の関係は、 $\delta'_0$ （無処理）から $\delta'_{100}$ （全面塗布： $\alpha=100\%$ ）の摩擦角の間で比例して減少するのではない。塗布率 $\alpha=20\%$ までは摩擦低減効果はほとんどなく、摩擦角 $\delta'(\alpha)$ は、塗布率 $\alpha=20\%$ から全面塗布 $\alpha=100\%$ の間で比例して減少する。それぞれの面積比の和となると予測したが、実験結果では塗布率が小さい範囲では予測より摩擦低減効果が小さい傾向であった。全面塗布 $\alpha=100\%$ 以外の条件においては非塗装の範囲に吸水膨潤ゲルが漏出するためと推測される。

### 4. 結論

砂層に対して、無処理（塗布率 $\alpha=0\%$ ）から FRC の全面塗布（ $\alpha=100\%$ ）における摩擦角 $\delta'$ の実用的な関係を明らかにした。この関係を用いて、塗布面積を調整することにより、周面摩擦力を制御できる可能性がある。

【参考文献】1)土木用摩擦低減材フリクションカッター，（株）日本触媒，2012。2)岡本功一，梅崎健夫，服部晃：地中埋設体の付着力および周面摩擦力を低減する吸水性高分子材料の開発，土木学会論文集 C（地圏工学），Vol.67，No.4，pp.407-421，2011。3),4)中村哲世士，本田省吾，梅崎健夫：吸水性高分子摩擦低減剤によるケーソン沈設時の摩擦低減効果（その1），（その2），第57回地盤工学研究発表会，2022。5)中村哲世士，本田省吾，梅崎健夫：吸水性高分子摩擦低減剤によるケーソン沈設時の摩擦低減効果（その3），2022年度土木学会全国大会第77回年次学術講演会，2022。

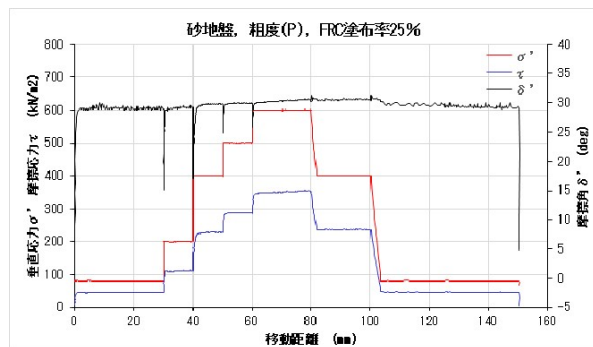


図-4 砂層，粗度 (P)，塗布率 25% の実験結果

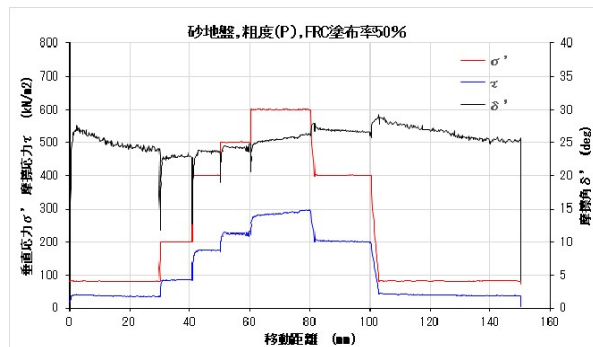


図-5 砂層，粗度 (P)，塗布率 50% の実験結果

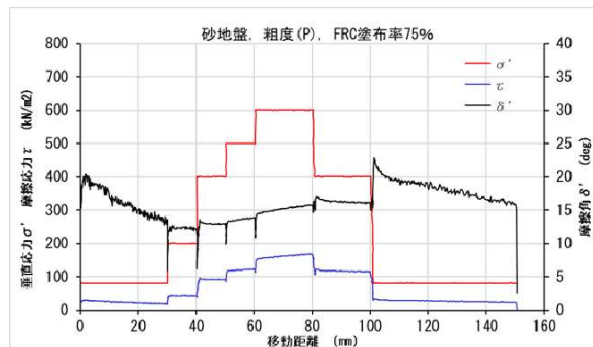


図-6 砂層，粗度 (P)，塗布率 75% の実験結果

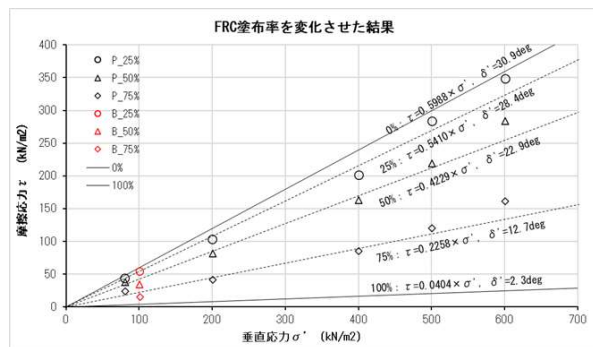


図-7  $\sigma'$  -  $\tau$  関係に及ぼす塗布率の影響（砂層）

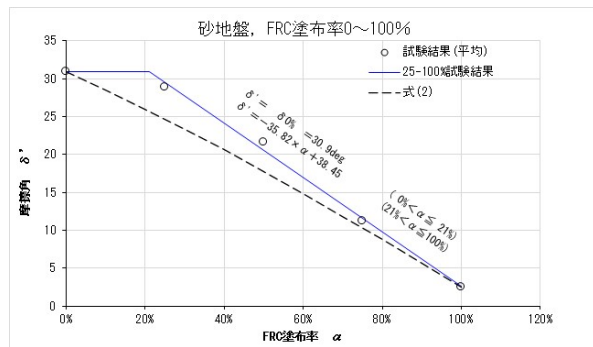


図-8 砂層における FRC 塗布率  $\alpha$  と摩擦角  $\delta'$  の関係