

# Ⅲ-15 砂と平板の間のせん断抵抗について

東京大学生産技術研究所 正員 ○藤岡 文夫  
 廣瀬鋼材産業(株) 正員 生原 修

砂と平板の間のせん断抵抗(摩擦抵抗を含む)を軽減する方法の定量的研究はこれまでになく、その方法も定量的に示す方法がなく、砂と各種の表面特性を持つ平面との間のせん断抵抗を直接測定した。<sup>2)</sup> 図-2は各種の表面特性と模式的に示したものである。即ち、タイプ1~3

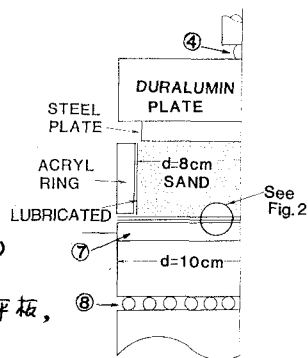
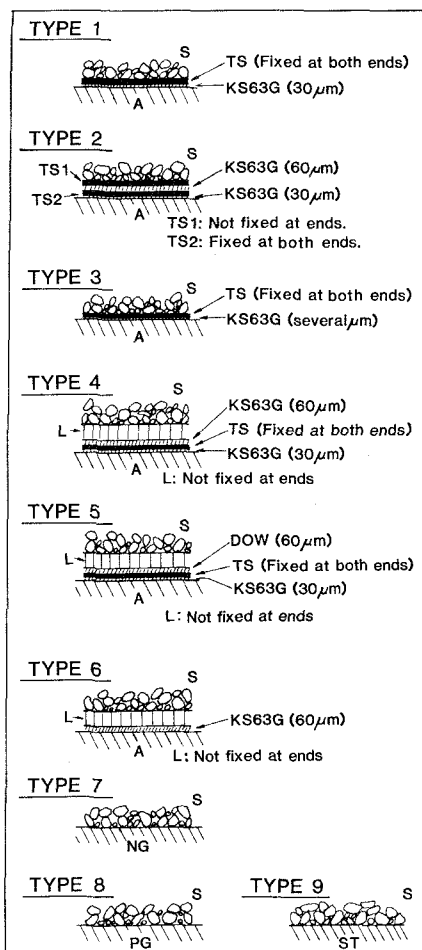


図-1(右), 直接せん断試験<sup>1)</sup>  
 の概要(④ スチールホルダー, ⑦ 各種平板, ⑧ ホールベアリング)



S: Air-Dried Toyoura Sand,  
 Air-Pluviated  
 $\bar{\sigma}_v \approx 0.64$

DOW: Dow High Vacuum  
 Silicone Grease

L: Latex Membrane,  
 (200 $\mu$ m thick)  
 $E = 15.2 \text{ kgf/cm}^2$

TS: Teflon Sheet, 50 $\mu$ m thick,

A: Acryl Plate,  
 Smooth Surface

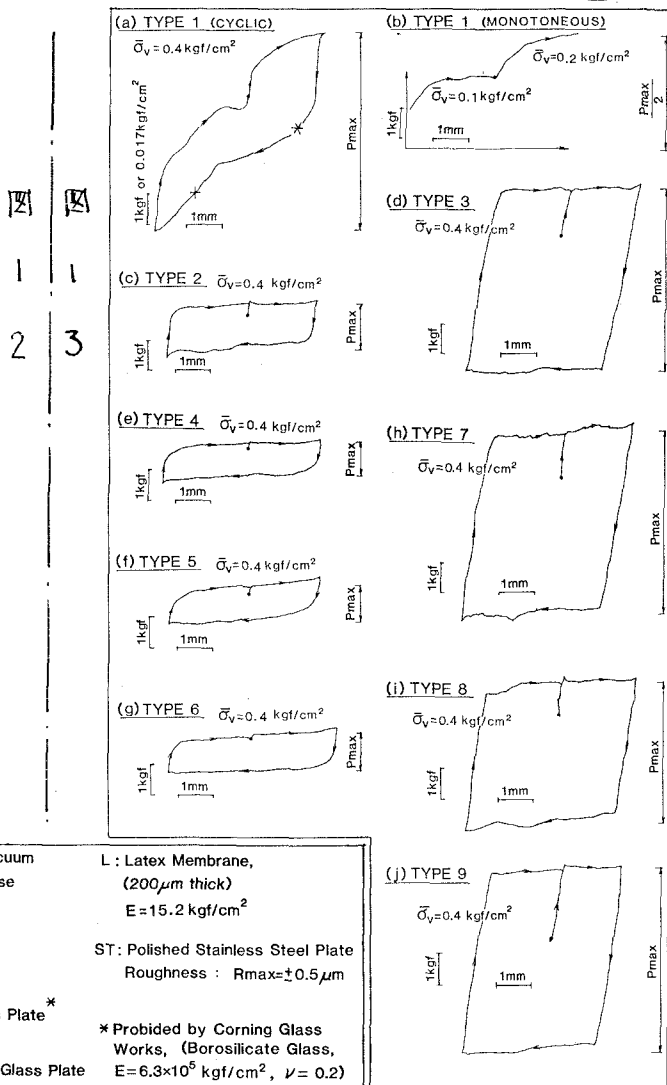
ST: Polished Stainless Steel Plate  
 Roughness:  $R_{max} = \pm 0.5 \mu\text{m}$

PG: PYLEX® Glass Plate\*

KS63G: Shin-etsu Silicone  
 Grease KS63G

NG: Normal Sheet Glass Plate

\* Prohibited by Corning Glass  
 Works, (Borosilicate Glass,  
 $E = 6.3 \times 10^5 \text{ kgf/cm}^2$ ,  $\nu = 0.2$ )



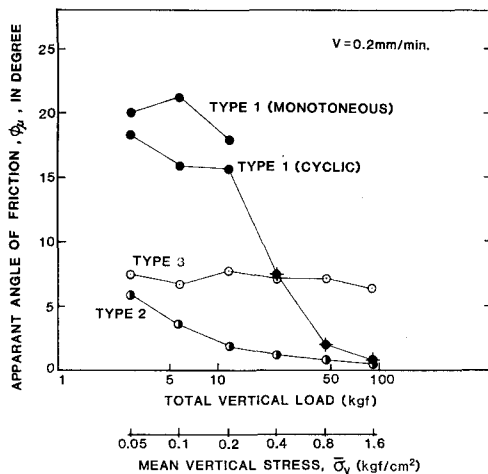


図-4, テフロンシートを用いた時の  $\phi_a$

では豊前砂の粒子がテフロンシート(TS)と直接接しているが、タイポ4~6ではラテックス・メンプレン(L)と直接接しており、タイポ7~9では固体平板と接している。図-3に示す様に各種の平均上載圧で繰返し載荷を行い、次式で見かけの摩擦角  $\phi_a$  の値を求めた(ただし、タイポ1では単調載荷も行った)。

$$\phi_a = \arctan(\bar{\sigma}_{max} / \bar{\sigma}_v), \quad \bar{\sigma}_{max} = (\frac{P_{max}}{2} - F) / A$$

ただし、Fは装置内の摩擦抵抗、Aは図-1に示す砂の断面積である。図-4~6を見ると、粒子がテフロンに食い込み、テフロンが固定されているタイポ1では  $\phi_a$  は非常に大きく、砂粒子がテフロン表面をすべるタイポ3では  $\phi_a$  は大きく、2板のテフロン間のグリーン層内に変形が集中するタイポ2の  $\phi_a$  が一番小さい。メンプレンを用いるタイポ4~6の  $\phi_a$  はいずれも小さく、 $\bar{\sigma}_v$  が大きい程  $\phi_a$  が小さい。タイポ7~9の間では耐熱ガラス(Pyrex<sup>®</sup>)を用いた時の  $\phi_a$  が一番小さいが、それと5~7°ある。表面を非常に研磨したステンレススチール(SSR)でさえも  $\phi_a = 7^\circ$  である。

以上のことから、砂と平面の間のせん断抵抗は、やはりタイポ4~6のようにラテックス・メンプレンとシリコングリーンを用いた方が小さくなることが判明した。現在の所、テフロン面、ガラス面、研磨したステンレススチール面を用いても豊前砂との摩擦角は5°以下にはならないことが分った。

以上のことから、砂と平面の間のせん断抵抗は、やはりタイポ4~6のようにラテックス・メンプレンとシリコングリーンを用いた方が小さくなることが判明した。現在の所、テフロン面、ガラス面、研磨したステンレススチール面を用いても豊前砂との摩擦角は5°以下にはならないことが分った。

### 謝辞

本研究に用いた実験装置は東京大学生産技術研究所試作工場で作製した。佐藤剛司氏と関係各位に丁寧なご指導と深い感謝の意を表します。

- 1) Tatsuoka, F., Molankamp, F., Torii, T. and Hino, T. (1984), "Quality of Lubrication of Platons," Soils and Foundations, No. 1.
- 2) 龍岡文夫・生原修ら(1984-5), 模型砂地盤の支持力実験における側壁摩擦の影響 I ~ , "生産研究 35 巻 12号 ~ 36巻。

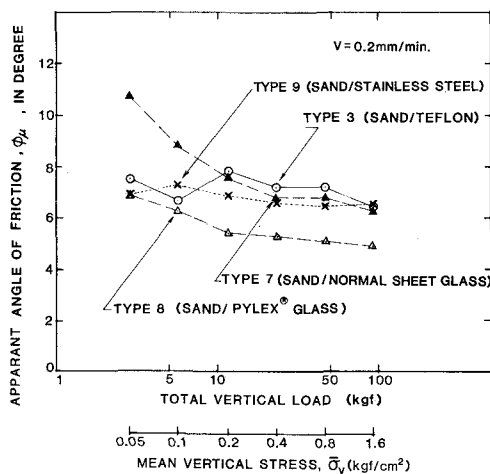


図-5, 砂粒子が平面をすべる時の  $\phi_a$

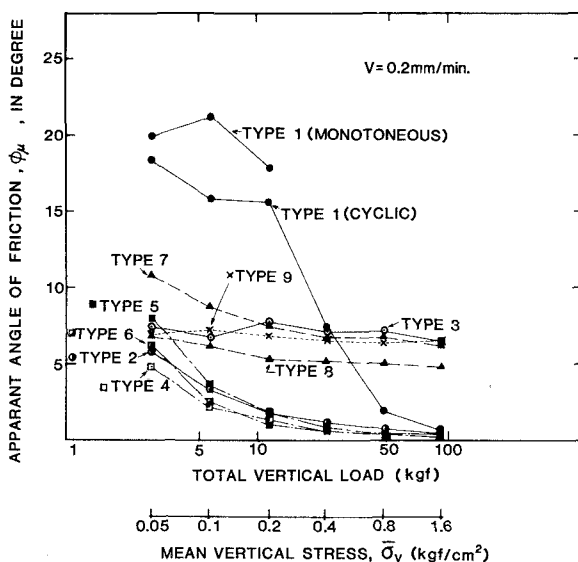


図-6, 実験のまとめ