

一面せん断試験によるネガティブフリクションに及ぼす 砂の摩擦特性

(株)関配 パイプライン事業部 正会員 鈴木 毅彦
東京ガス (株) 神奈川導管事業部 小林 実央
東京ガス (株) 基礎技術研究所 渡辺 孝仁
東京ガス (株) 東部幹線建設事務所 中根 宏行

1. 緒言

杭と同様に，ガス導管においても埋戻後の圧密沈下による地盤沈下時に発生するネガティブフリクションが作用することがある．そこで，ガス導管に通常施されている塗覆装の上から，超高分子量ポリエチレンフィルムを巻いて埋設した状態を想定した一面せん断試験を実施し，超高分子量ポリエチレンフィルムによるネガティブフリクションの低減効果を検討したので報告する．

2. 試験方法

図—1 にガス導管塗覆装と砂の摩擦特性を調べるために開発した一面せん断試験装置¹⁾を示す．供試砂をセットした鋼製リングを，ガス導管を模した高密度ポリエチレン（ガス導管では一般的な塗覆装材質）被覆鋼板上に設置し，リニアガイド上の鋼板を真空ポンプの吸引力を利用し水平にスライドさせることで，供試砂とガス導管表面でせん断面を形成する．試験中，埋設深さに応じた拘束圧に相当する垂直荷重 σ_v を，空気圧を利用したペロフラム式垂直荷重載荷装置により載荷させておく．供試砂には通常埋戻しに用いられる千葉県産山砂（CD 試験による内部摩擦角=46 度）を最適含水比 15.4%に調整して，95%以上の締固め度に突き固めて使用した．表—1 に供試体条件を，図—2 に設置状況の一例を示す．超高分子量ポリエチレンフィルムを選択したのは，SUS 材との摩擦係数が高密度ポリエチレンより小さく，一般に分子量が増すに伴い，耐摩耗性，耐衝撃性，エネルギー吸収力，耐低温性，高温下での引張り強さ等の多くの諸性質の値が向上するためである．試験速度は準静的に 5mm/sec，垂直荷重 σ_v は $\sigma_v = 15, 28, 64, 126\text{kPa}$ （埋設深さ 0.5, 1, 2, 4m 相当）の

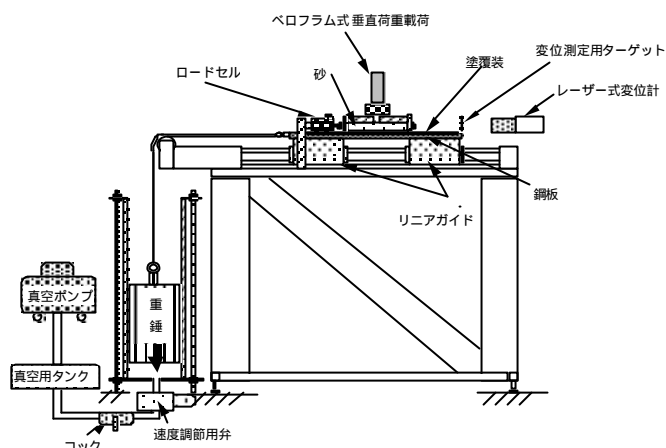


図 - 1 一面せん断試験装置

表—1 供試体条件

A	高密度ポリエチレン被覆鋼板が砂と接触 (通常の埋設状態)
B	高密度ポリエチレンの代わりに超高分子量ポリエチレンフィルムを塗覆装とした鋼板が砂と接触 (超高分子量ポリエチレンフィルムと砂の摩擦特性を得るために実施)砂の摩擦特性を得るために実施)
C	高密度ポリエチレン被覆鋼板と砂の間に超高分子量ポリエチレンフィルムを無接着で設置
D	Cの条件で，高密度ポリエチレン塗覆装と超高分子量ポリエチレンフィルムの間にグリスを塗布

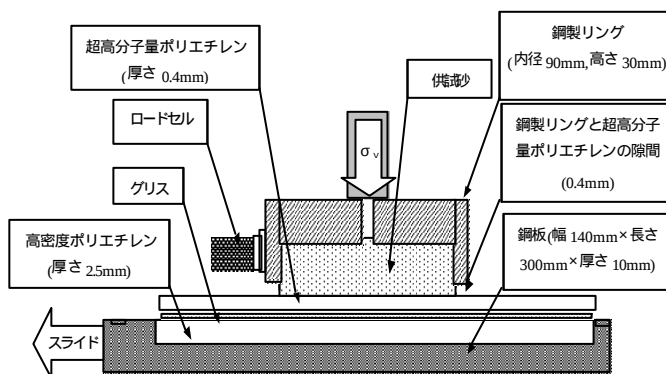


図 - 2 設置状況の一例（供試体条件 D）

キーワード：ガス導管，ネガティブフリクション，一面せん断試験，超高分子量ポリエチレン

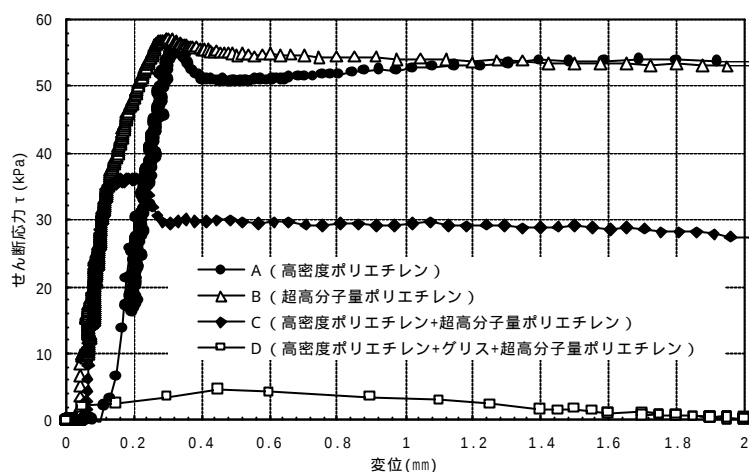
連絡先：〒141-8621 東京都品川区東五反田 5-22-27 設計グループ 03-3443-3316 Fax03-3443-3319

4 種類とし、各条件でそれぞれ 3 回試験を行った。ネガティブフリクションに相当するせん断応力 τ はロードセルにて測定した荷重を供試砂の接触面積で除して求めた。

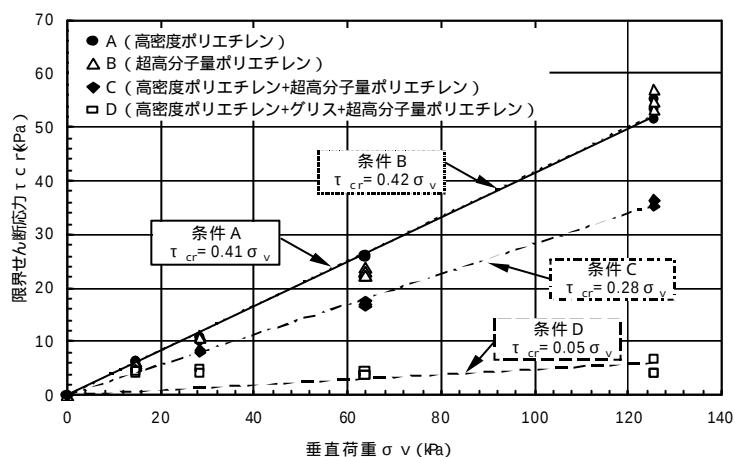
3. 試験結果

図—3 に垂直荷重 $\sigma_v = 126\text{kPa}$ 時のせん断応力 τ と鋼板変位の関係を示す。条件 A, B とも当然ではあるが、塗覆装と砂の間で滑りが生じ、 τ の最大値、すなわち限界せん断応力 τ_{cr} は両条件とも $56 \sim 57\text{kPa}$ 程度であった。条件 C, D とも塗覆装とフィルムの間で滑りが生じたが、 τ_{cr} は、C で 36kPa , D では 4.6kPa と大きく異なった。グリスを塗布した D を除く各条件で $0.2 \sim 0.3\text{mm}$ 変位すると τ は最大となり、その後は漸減する傾向を示した。図—3 に示す傾向はその他の σ_v が低い場合でも同様であった。

図—4 に τ_{cr} と σ_v で整理した全試験結果を示す。各条件とも τ_{cr} は σ_v に伴い増加し、ほぼ線形な関係にあることがわかった。この計測値を最小二乗法で原点を通る直線として近似すると、摩擦係数 μ を図—4 の τ_{cr} と σ_v の勾配として得られる。条件 A と B, 2 つの砂の μ は、ほぼ一致し $\mu = 0.41, 0.42$, 条件 C で $\mu = 0.28$, 条件 D で $\mu = 0.05$ が得られた。



図—3 せん断応力と変位 ($\sigma_v = 126\text{kPa}$)



図—4 限界せん断応力と垂直荷重

4. 結言

「ガス導管塗覆装と砂の摩擦特性」と「塗覆装と砂の間に超高分子量ポリエチレンフィルムが存在する場合の摩擦特性」を一面せん断試験装置により比較したところ、摩擦係数が後者は前者の 0.7 倍程度になることがわかった。さらに、塗覆装と超高分子量ポリエチレンフィルムの上にグリスを塗布することで、摩擦係数が大きく低減することも明らかになった。本試験がネガティブフリクションの発生状態を的確に再現しているとは必ずしも言い難いが、本試験により超高分子量ポリエチレンフィルムをガス導管に巻いた場合の摩擦低減効果を相対的に確認出来たと考える。最後に実験の機会に恵まれたこと及び関係者の方々に感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 小林ほか：埋設管に作用する軸方向地震時地盤拘束力に及ぼす地盤の速度と繰返し変位の影響，土木学会論文集 No.591/ -43, pp.299-312, 1998.4.