

# 気中と海水中における繰返しを考慮した鋼材間摩擦に対する塗装有無影響に関する実験的検討

鹿島建設(株) 正会員 ○松木 聡 山沢哲也 征矢陽光

## 1. 背景および目的

洋上風力発電の基礎形式は、欧州ではモノパイル式の採用実績が最も多い。モノパイル(MP)とトランジションピース(TP)の接合方式はボルト接合やグラウト接合が一般的であるが、その他の方式としてスリップジョイントがある(図-1)。この方式は、MPとTPとの接合部をコニカル形状とし、これらを嵌合するだけの構造であり、施工性向上や維持管理費の軽減が期待できる。本構造では、MPとTPとの間に作用する垂直応力とその大きさに比例する摩擦力で力のつり合いが保持されており、鋼材間の摩擦係数の評価が重要となる。

本稿では、無塗装鋼材と塗装鋼材の双方について、気中および海水中条件に対して繰返し影響を考慮した摩擦試験を実施し、その値の変化を確認するとともに条件の違いが摩擦係数に与える影響を評価した結果を報告する。

## 2. 実験概要

### 2.1 摩擦試験装置

写真-1に気中条件での試験装置を示す。試験载荷装置は、鋼製の門型フレームであり、反力支柱、設置架台、アクチュエーター、および油圧ジャッキ等から構成されている。試験体はクレビスを用いてアクチュエーター(型式:EHF-J100kN,仕様:100kN±100mm)に固定されている。

試験体に側圧を与える油圧ジャッキ(型式:D3.5-300,仕様:350kN±150mm)は、反力支柱に固定し、先端にロードセル(型式:TCLP-20B,仕様:200kN)を取り付けてある。自重によるたわみ防止用として設置架台にジャッキを固定して使用する。海水中条件の試験は、試験体周りにアクリル水槽を設置し、その中に人工海水を入れて実施する。

図-2に摩擦試験の機構図を示す。摩擦試験は2面摩擦で実施する。载荷は正弦波による変位制御(振幅2mm)とし、10分間(5秒/サイクル×120サイクル)実施する。摩擦係数はアクチュエーターから出力される摩擦力 $F_w$ を、水平荷重 $F_N$ (側圧)の2倍で除して算定する。

### 2.2 試験条件

試験は、気中条件と海水中条件で実施する。試験は、①無塗装鋼材、②エポキシ樹脂(ハイボン20ファインHB/日本ペイント)塗装鋼材・膜厚600 $\mu$ m、③エポキシ樹脂(ハイボン20ファインHB/日本ペイント)塗装鋼材・膜厚350 $\mu$ m、の3ケースである。なお、2面摩擦の側圧 $F_N$ は、2MPa、5MPa、10MPaの3パターンとする。ただし、試験ケース③は、海水中試験を実施していない。写真-2に試験体(エポキシ樹脂塗装)と押さえ板の外観写真を示す。

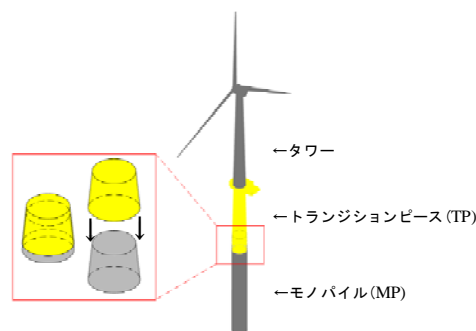


図-1 スリップジョイントの概念

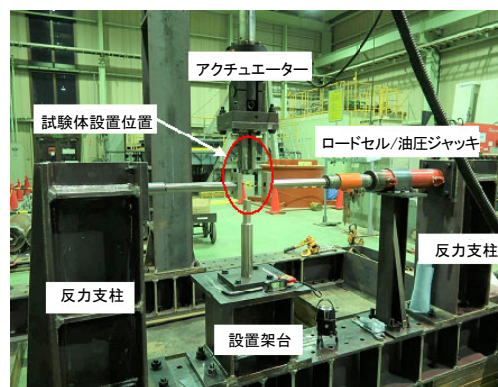


写真-1 試験装置(気中条件)

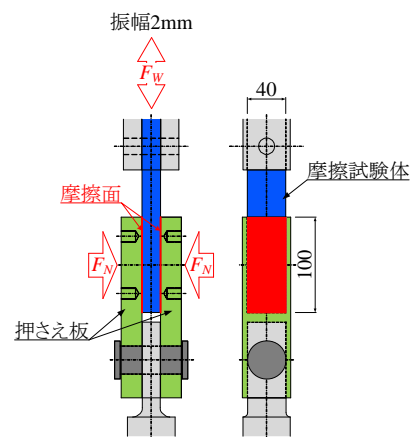


図-2 摩擦試験の機構



写真-2 試験体(塗装鋼材)

キーワード 洋上風力、スリップジョイント、摩擦係数試験

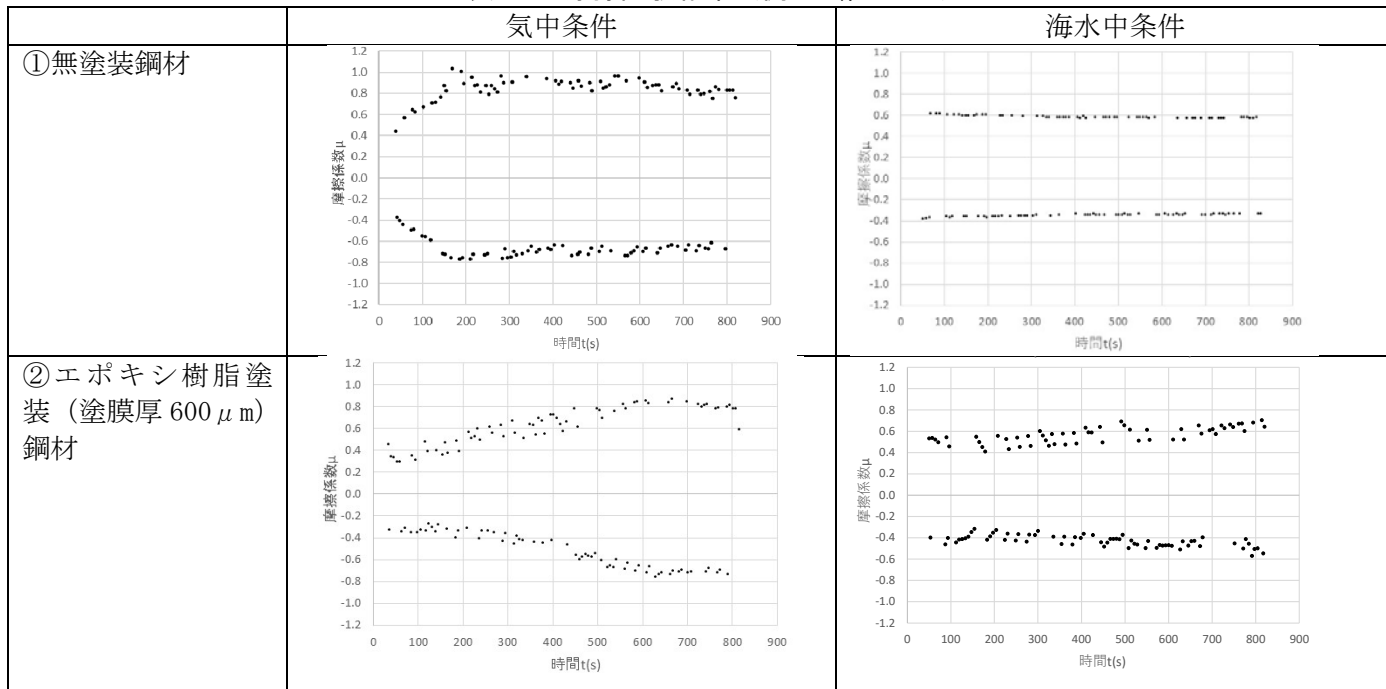
連絡先 〒107-8477 東京都港区元赤坂 1-3-8 鹿島建設(株) 土木設計本部 TEL03-6735-1245

### 3. 試験結果

#### 3.1 試験条件の違いによる摩擦係数の違い

本稿では、気中と海水中での塗装条件①と②について、側圧  $F_N$  が 2MPa の結果を報告する。表-1 に载荷中の摩擦係数の経時変化を示す。条件①②とも摩擦係数の最大値は気中条件の方が海水中条件より大きく、最小値は小さいこと、ならびに、塗装により摩擦係数の最小値は減少する傾向が見られる。

表-1 摩擦試験結果（側圧  $F_N=2\text{MPa}$ ）



註) 負の値については、絶対値が摩擦係数である。

#### 3.2 試験後の試験体の確認

写真-3, 4 に無塗装鋼材と塗装鋼材の試験終了後の写真を示す。いずれも繰返し载荷の影響で表面にフレットング摩耗が確認される。3.1 に示した摩擦係数の経時変化からこれらのフレットングにより摩擦係数が減少しないことが確認できる。



写真-3 試験終了後の状態（無塗装鋼材）

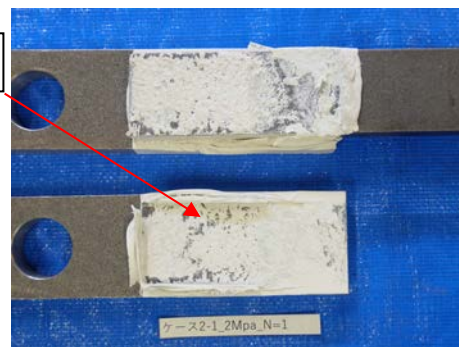


写真-4 試験終了後の状態（塗装鋼材）

### 4. まとめ

本試験によって得られた知見を下記に示す。

- (1) 塗装有無によらず、摩擦係数の最大値は気中条件の方が海水中条件より大きく、最小値は小さい。
- (2) 塗装により摩擦係数の最小値は下がる傾向がある。
- (3) フレットング摩耗が生じて摩擦係数が減少しない。

なお、摩擦係数の経時変化の傾向について、今後詳細に検証を行う予定である。

#### 謝辞

本稿で報告した成果は、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）の助成事業（JPNP07015）の結果得られたものです。また、摩擦係数測定試験は JFE テクノリサーチ株式会社殿に実施していただきました。ここに記して謝意を表します。