

# 工事現場用敷鉄板の連結器具の最適設計

新潟大学大学院自然科学研究科 非会員 ○堀内 咲  
新潟大学工学部 非会員 月山 陽介  
KiC 株式会社 非会員 吉川 宗範

## 1. はじめに

一般に、工事現場に敷かれている鉄板はずれ・振動抑制による騒音の軽減や盗難防止のために固定され、その方法として溶接、鉄板の重ね合せ、固定器具の使用等が挙げられる。溶接は設置・除去作業に技術や人手が必要になる点や、鉄板表面の溶接部の除去および復元に多大な工数がかかるといった問題がある。溶接と組合せられることもある鉄板の重ね合せは鉄板荷重の偏り等による局所的な沈下が生じることがあり、建設機械の転倒などの重大事故の原因になりうる<sup>(1)</sup>。連結器具による固定は使用後の溶接残留物の除去といった復元作業が不要でありかつ鉄板の変形抑制が可能な手段である。一般に鉄板を上下から挟み込み外部ボルトで固定する形であるため、実際の使用条件において固定（摩擦）力を最大にするための表面形状の設計指針の提案が急務の課題である。また、鉄板設置前の鉄板設置位置調整作業の負担軽減や専用工具化などの盗難防止対策が課題である。

そこで本研究では負担軽減のため部品点数を最少と思われる2点とし、盗難防止のために専用工具でのみ脱着可能な図1のような連結器具を開発した。この器具を2022年11月から2023年3月にかけて新潟市北区沿岸部に設置し屋外暴露した際、回転を伴う緩みは確認されなかったが、露出しているねじ部に錆が発生したことで戻しトルクが上昇し、器具の除去が困難になるという課題が生じた。以上のことから、締結部の戻しトルクが屋外暴露を経て腐食により上昇することに対する最適な表面処理について検討した。また、敷鉄板用連結器具全般における共通課題として、腐食および砂利が存在する鉄板表面に対する固定性に及ぼす表面の突起形状付与の効果を明らかにした。

## 2. 実験概要

### 2.1 連結器具概要

器具は4個の工具穴とおねじが切られた上部パーツ(a)、めねじ穴と鉄板止めの突起が加工された下部パーツ(b)からなり、いずれもFCD450で作製される(図1)。鉄板

との接触面には接触の安定や、締結後の砂利の侵入対策のため上下パーツ共に高さ1mm程度の線状突起を有する。使用の際は下部パーツ中央の突起部分が敷鉄板の間隙に合うよう地面に設置し、敷鉄板を挟む形で上部パーツをインパクトレンチに連結可能な専用工具で締付ける。

### 2.2 戻しトルク試験

ユニクロメッキ処理と二硫化モリブデン系潤滑剤が腐食後の戻しトルクに及ぼす影響を調査した。各処理を施したS45C製低頭ねじ(M8)をFCD450製ナットに目標トルク22Nmで締結した直後に戻しトルクを計測した。その後、再度締結し腐食促進試験後に再度戻しトルクを計測した。各試験片の処理の組合せを表1に示す。腐食促進試験はJIS G 0594のB法<sup>(2)</sup>を参考に、表2に示したサイクルを12サイクル、計96時間行った。

### 2.3 摩擦試験

摩擦試験装置の概要を図2に示す。FCD450試験片を鉛直方向リニアガイドに固定し、カウンターウェイトでアームを水平に調整した。水平方向リニアガイド上のロードセルに鉄板サンプルを固定したのちに荷重(死荷重)を負荷し一方摩擦試験を行った。連結器具側の表面を模擬したFCD450試験片(寸法50×15×8mm)には器具同様の線状突起を付与した(図3)。鉄板サンプル(SS400)には腐食促進試験を行い錆びた鉄板を再現した。摩擦方向は突起に対して垂直および平行の2種類とした。また、

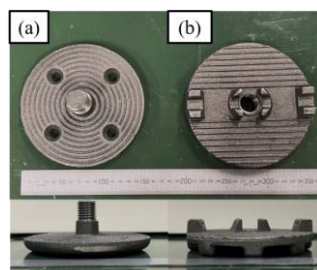


Fig.1 Component parts of coupler

Table 2 Variations of specimen

| Specimen | Coating | Lubricant |
|----------|---------|-----------|
| A        | ×       | ×         |
| B        | ○       | ×         |
| C        | ×       | ○         |
| D        | ○       | ○         |

Table 1 Accelerated corrosion test

|   |             |                                |
|---|-------------|--------------------------------|
| ① | About 1 min | 25°C, Splaying<br>22.1g/L NaCl |
| ② | About 4h    | 60°C, 50%rh                    |
| ③ | About 3h    | 40°C, 90%rh                    |

Transition to each phase within 30 min.

鉄板間に砂利が挟まり鉄板同士の接触を妨げる場合を模擬して接触面には粒径の異なる2種類の珪砂を散布した摩擦試験も実施した。試験条件を表3に示す。

### 3. 結果と考察

#### 3.1 戻しトルク試験

腐食促進試験前後で得られたトルク比（締付けトルクに対する戻しトルクの比）を図4に示す。潤滑剤を塗布していない場合、腐食試験前のトルク比はメッキ処理を施したBの方が高くなったが、試験前後の変化率はAよりも小さくより安定な傾向を示した。これはメッキにより酸化が抑制され摩擦への影響が軽減したためと考えられる。潤滑剤を塗布したCおよびDでは試験前後のいずれも低いトルク比を示した。試験前後のトルク比の変化に着目すると、Cは試験前後でほとんど変化せず、メッキを施したDもわずかな増加が見られたのみであった。試験後のB、Dの表面には白色生成物が生じ、このことが戻しトルクに及ぼす影響やメッキ層そのものが摩擦に及ぼす影響についての詳細な検討が必要であるが、メッキ処理および潤滑剤塗布は戻しトルク安定化に有効であることが明らかとなった。

#### 3.2 摩擦試験

摩擦試験で得られた摩擦係数の平均値と標準偏差を図5に示す。珪砂のない場合において線状突起のある試験片はより大きな摩擦係数を示した。珪砂を導入すると、突起と平行にしゅう動した場合は摩擦係数が低くなったのに対して、突起と垂直にしゅう動した場合は比較的高い摩擦係数を維持した。摩擦試験後の鉄板サンプル表面において、珪砂のない場合は平行および垂直な突起はそれぞれスクラッチ痕およびスクレーパで寄せたような痕を残した。一方、珪砂を導入すると突起による痕はほとんど残らず、珪砂が突起と鉄板サンプルの接触を妨げた条件を模擬できたと考えられる。突起と垂直方向に摩擦した場合は、二元摩擦(突起がどちらか一方の表面に固定されもう一方を引っ掻く状態)になりやすいことが考えられる。すなわち、線状突起のしゅう動方向によって珪砂の遊離・固着等の挙動が大きく変化する可能性がある。そのため、珪砂の挙動の可視化や、珪砂が破砕するような荷重条件での摩擦試験が必要である。

#### 4. おわりに

工事現場用敷鉄板の連結器具に関し、表面処理と珪砂を導入した摩擦試験を行った。

1) 戻しトルク試験の結果から、ユニクロメッキ処理を

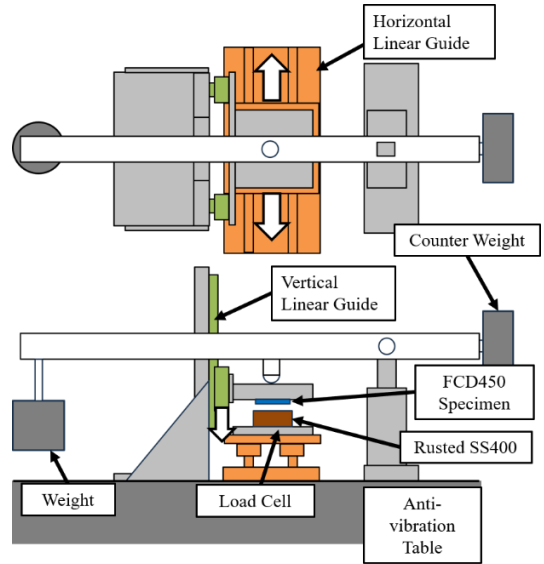


Fig.2 Top and side views of the experimental apparatus

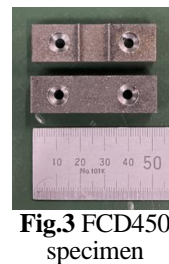


Fig.3 FCD450 specimen

Table 3 Experimental conditions

|                              |  |
|------------------------------|--|
| Sliding speed (mm/s)         | 4                                      |
| Sliding distance (mm)        | 20                                     |
| Normal load (N)              | 30                                     |
| Particle size of silica sand | No.3.5 : 0.4~2mm<br>No.5.5 : 0.1~0.8mm |

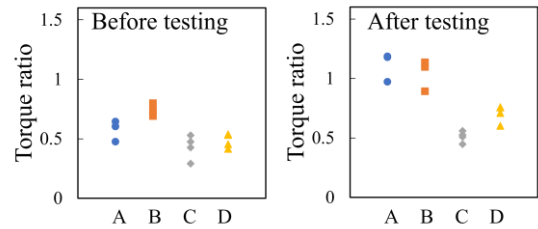


Fig.4 Torque ratio

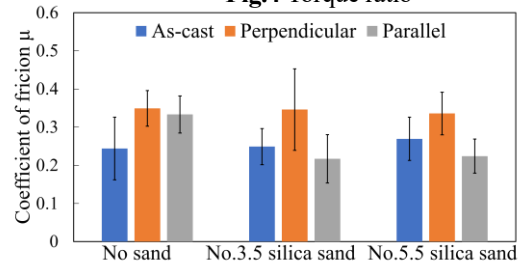


Fig.5 Coefficient of friction

施したねじは無処理のものと比較して戻しトルクの変化率を抑えることが確認された。

- 2) ねじ部への潤滑剤の塗布は、メッキ処理の有無に関わらず戻しトルクの増加を大幅に抑えた。
- 3) 摩擦試験において、線状突起はその向きに関わらず珪砂のない環境において比較的大きい摩擦係数を示した。ただし珪砂のある環境では進行方向に対して垂直な突起のみが比較的高い摩擦係数を示した。

#### 参考文献

- 1) 堀 智仁, 玉手 聡: 敷鉄板の敷設方法及荷重分散に関する模型実験, 土木学会論文集 F6, Vol. 71, No. 2, 183-188, 2015.
- 2) JIS G 0594 (2019), 表面処理鋼板のサイクル腐食促進試験方法