FSM による高力ボルトの緩みモニタリング

名古屋大学大学院 工学研究科　　正会員　○廣畑 幹人
（研究当時　大阪大学 接合科学研究所）
大阪大学 接合科学研究所　　正会員　　金 裕哲

１．はじめに

著者らは，疲労，腐食など鋼構造物の劣化損傷モニタリングの手法として，FSM（電場指紋照合法）の適用性を種々検討してきている[1, 2]．本稿では，高力ボルト接合を対象に，ボルトの緩みが FSM によりモニタリングできるか否か，検証した結果を報告する．

２．実験供試体および実験方法

実験供試体の形状および寸法を図-1 に示す．なお，基板および添接板は共に SS400（板厚：9mm）である．

幅 160，長さ 310（mm）の鋼板 2 枚（基板と称す）を，幅 160，長さ 160（mm）の 2 枚の添接板で挟み，高力ボルト（F10T，M22）4 本（ボルト 1，…，ボルト 4 と称す）により接合した．

基板に電流印加用電極，添接板にセンシングピンを設置，ボルトの緩み検知のため各ボルトを挟むようにペア①ーペア④を構成した．ペア構成を図-2 に示す．

基板および添接板の摩擦面であるが，黒皮を除去後，錆促進剤を噴霧し赤錆を生成したもの（Case 1）と，ブラスト処理後，無機ジンクリッチペイントを塗布したもの（Case 2）の 2 種類とした．

トルクレンチを用い，設計ボルト軸力の 10%増[3]を高力ボルトに導入した（初期導入トルク：T_0=650N・m）．これを初期状態とし，ここから，トルクレンチによりボルト 1 を徐々に緩め，その過程を FSM によりモニタリングした．

３．実験結果と考察

実験結果を図-3 に示す．

図中の横軸はボルト 1 のトルク：T を初期導入トルク：T_0 で無次元化した値である．縦軸は，FC 値（‰）（電位差変化の千分率）[2]である．

FC 値の大きさおよび変化挙動は，摩擦面の処理状態にかかわらずほぼ同じであり，ボルトのトルク：T が初期導入トルク：T_0 の 60%（T/T_0=0.6）以下になると，FC 値の顕著な変化が確認できる．

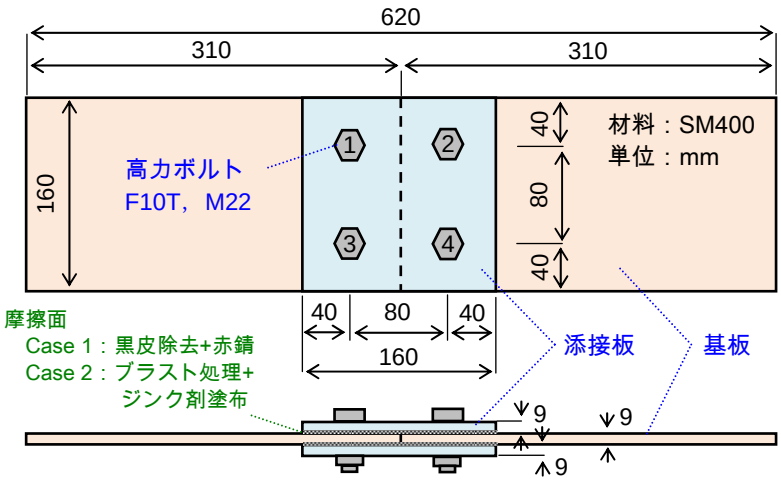


図-1　実験供試体

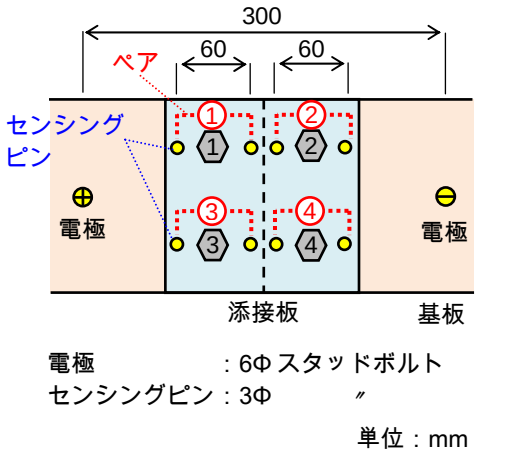
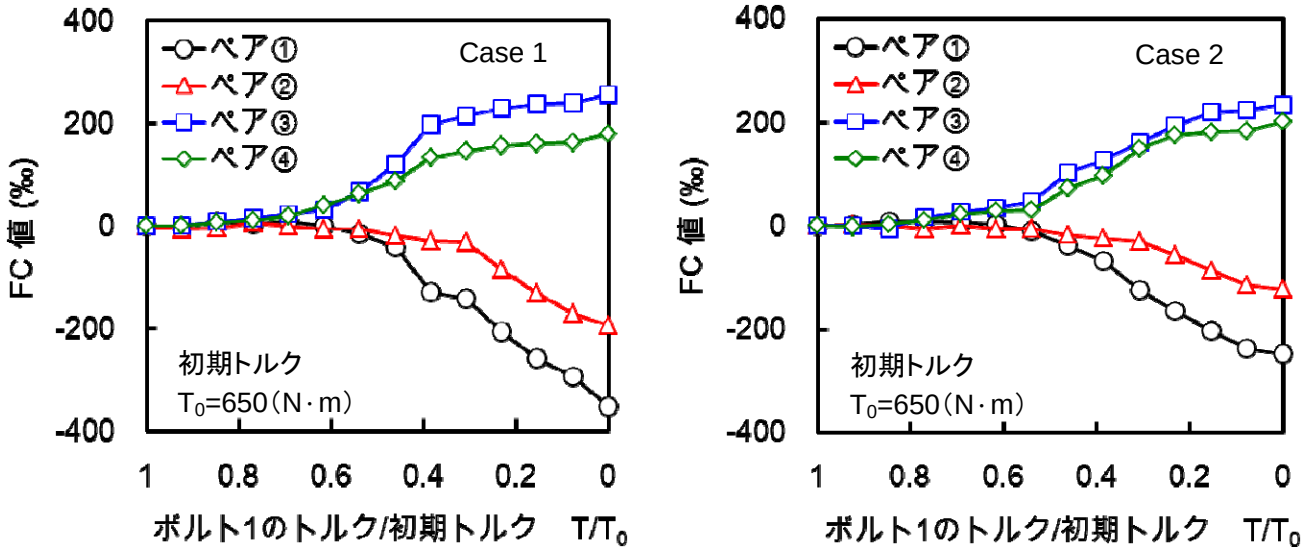


図-2　電極およびセンシングピン配置とペアの構成

キーワード　高力ボルト接合，ボルトの緩み検知，維持管理，モニタリング，FSM
連絡先　　〒567-0047　茨木市美穂ヶ丘 11-1　　大阪大学 接合科学研究所　　TEL 06-6879-8647



（a）黒皮除去+赤錆（Case 1）　（b）ブラスト処理+ジンク剤塗布（Case 2）

図-3　実験結果

ボルト 1 を緩めるに連れ，ペア①（○印）およびペア②（△印）の FC 値は減少し，ペア③（□印）およびペア④（◇印）の FC 値は上昇している．

ボルト 1 を緩めることで，基板と添接板の接触圧力が低下するため，ボルト 1 周辺の基板から添接板に流入する電流量：I が減少する．ペア間の抵抗：R は一定であるため，ペア①およびペア②の FC 値（電位差：E に対応）が減少することがオームの法則（E=I·R）から容易に理解できる．逆に，ボルト 3 およびボルト 4 へ流れる電流量が増加するため，ペア③およびペア④の FC 値が上昇したと考えられる．

FSM の計測結果は，継手内の多数の高力ボルトの中で，緩んだボルトが FC 値の変化から特定できると共に，FC 値の大きさから緩みの程度が高精度にモニタリングできる可能性を示唆している．

４．まとめ

本稿では，高力ボルト継手を対象に，FSM により，ボルトの緩みがモニタリングできるか否か検証した．

（1）　緩んだボルト周辺は電流が流れにくくなるため，ボルトを挟むように添接板に設置したペアの FC 値が減少した．一方，緩んだボルトの周辺を迂回した電流が健全なボルト周辺に流入するため，健全なボルトを挟むペアの FC 値が増加することがわかった．

（2）　摩擦面の処理状態によらず，健全状態の 60%程度までボルトが緩むと，FC 値の変化が顕著になることを確認した．

（3）　FSM の計測結果である FC 値の挙動に注目することで，高力ボルト継手の中で，緩んだボルトの特定およびその緩みの程度が高精度にモニタリングできる可能性を示唆していた．

謝辞

本研究の一部は，（財）理工学振興会 平成 22 年度 研究助成を受けて実施したものである．ここに，記して謝意を表す．

参考文献

1）　奥 健太郎，有田圭介，金 裕哲：電場指紋照合法による疲労き裂の発生・進展モニタリング，鋼構造論文集，13-50（2006），pp.35-43.

2）　金 裕哲，廣畑幹人，奥 健太郎，北澤正彦：FSM モニタリングにおけるき裂の進展評価指標について，溶接学会論文集，28-2（2010），pp.187-192.

3）　土木学会：高力ボルト摩擦接合継手の設計・施工・維持管理指針（案），（2006）．