接触電気抵抗によるアンカーボルトの緩み検知に関する基礎的研究

名古屋大学大学院工学研究科 正会員 ○廣畑幹人
中日本ハイウェイ・エンジニアリング名古屋（株） 加藤智巳
中日本ハイウェイ・エンジニアリング名古屋（株） 大串一将
名古屋大学大学院工学研究科 フェロー会員 伊藤義人

1. はじめに

橋梁構造物に使用されるアンカーボルトの緩みを効率的に点検・評価できる技術の確立が強く望まれている．本稿では，簡便かつ精度良くアンカーボルトの緩みを検知するための指標として，アンカーボルトのナットとベースプレートの間の接触電気抵抗（接触抵抗）の適用性について検討した基礎的実験の結果を報告する．

2. 接触抵抗による緩み検知の概念

接触する二つの導電材料の接触面には，接触抵抗が存在する．接触抵抗は，接触面の状態（皮膜の存在，粗度）および接触圧力に依存する．接触面が清浄かつ平滑であり，接触圧力が高いほど抵抗値は小さくなることが知られている [1)]．アンカーボルト構造を考えると，ベースプレートとワッシャー，ワッシャーとナット，ナットとボルトがそれぞれ接触している．ボルトに所定の軸力が導入された状態では，軸力の大きさに応じてそれぞれの接触面に圧力が作用している．ボルトの軸力が低下する，すなわち，ボルトが緩むと，接触圧力が低下するため，それぞれの接触面における抵抗値が増加することとなる．この抵抗値の変化を測定することで，ボルトの緩みを検知する [2, 3)]．

3. 実験

3.1 載荷試験機を用いた実験

実験状況を**図-1** に示す．アンカーボルト構造を模擬し，中央に貫通孔（直径 18mm）を設けたコンクリートブロック（100mm×100mm×50mm）にボルト（M16，SS400）を通し，鋼製ブロックの中空断面内に設置した．上側のブロックの中空断面内でコンクリートとボルトをナットとベースプレートを介して設置した．ナットとベースプレートには，接触抵抗を測定する際のプローブとして鋼製のピンを溶接した．載荷試験機により引張荷重を作用させながら，ナットとベースプレートの間の接触抵抗の変化を測定した．接触抵抗の測定にはTSURUGA 製ポータブル接触抵抗計 356H を用いた．実験はボルト，ナット，ベースプレートの組み合わせを変えて 12 回実施した．

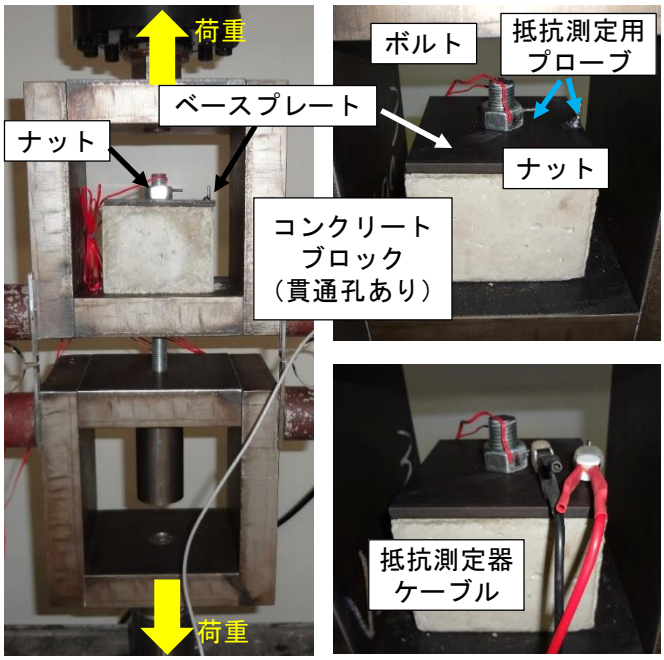

図-1 載荷試験機を用いた実験状況

実験結果を**図-2** に示す．軸力が大きくなるほど接触抵抗が小さくなる傾向が確認できた．また，M16 アンカーボルトとしての目標導入軸力である 25.9kN よりも大きい軸力が作用する場合，接触抵抗が概ね 0.4mΩ よりも小さくなることが分かった．しかし，実験結果にはばらつきが大きく，その原因としてナットとベースプレートが平坦に接触しているか否か，あるいは皮膜や錆の存在など接触面の状態が影響を及ぼすものと考えられる．

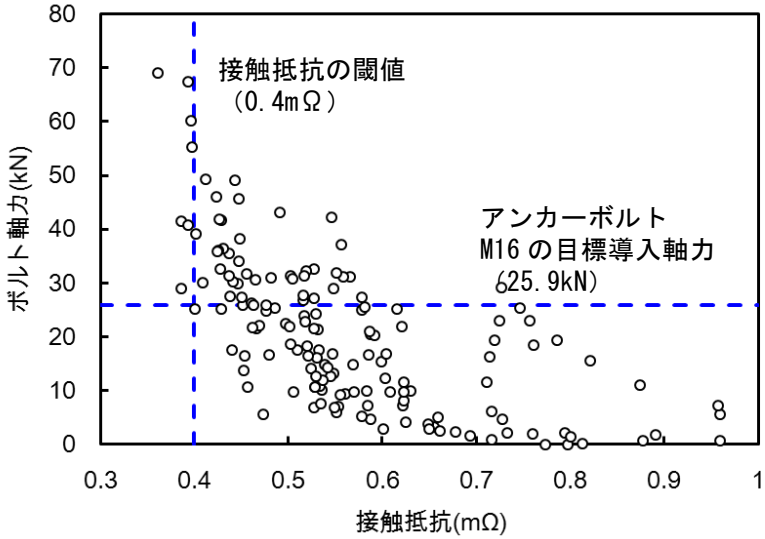

図-2　ボルト軸力と接触抵抗の関係

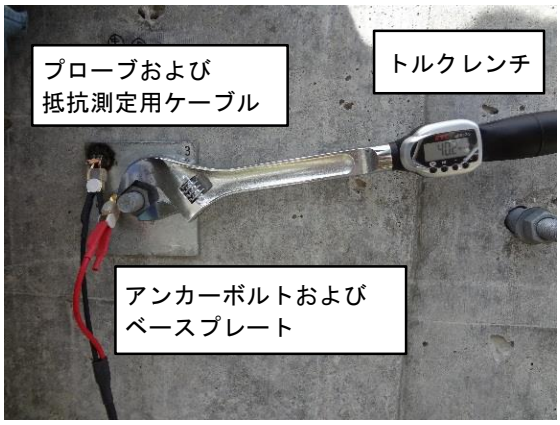

図-3　コンクリート側壁に埋設したアンカーボルトを用いた実験状況

3.2　コンクリート側壁に埋設されたアンカーボルトを用いた実験

コンクリート側壁に設けた機械式とケミカル式のアンカーボルトそれぞれ 4 本を使用して，接触抵抗測定実験を行った（図-3）．デジタル式トルクレンチを用いボルトを締め付けた状態から徐々に緩めていく過程で変化する接触抵抗を測定した．実験結果を図-4 に示す．アンカーボルトの種類によらず，トルクが小さくなるほど接触抵抗が増加する傾向が確認できた．M16 アンカーボルトとしての目標導入トルクである 82.8N・m よりもトルクが小さくなる場合，接触抵抗が概ね 0.43mΩ よりも大きくなることが分かった．

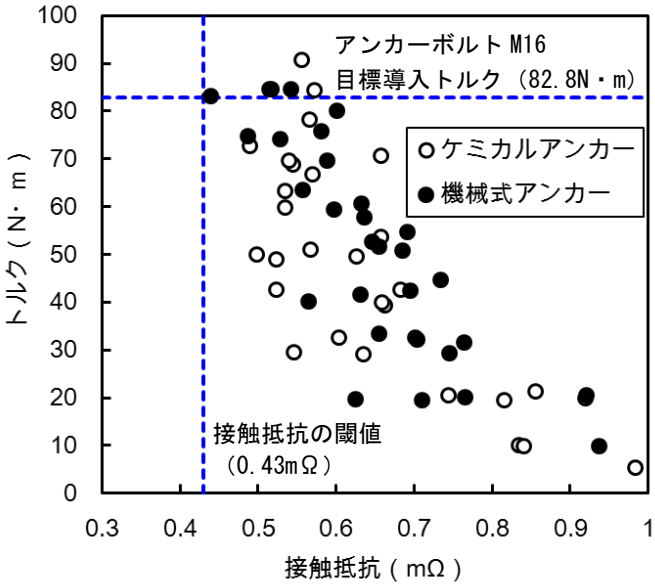

図-4　アンカーボルトのトルク値と接触抵抗の関係

4.　まとめ

アンカーボルトの緩み点検のための指標として，接触抵抗の適用性を検討するための基礎的実験を実施した．得られた主な知見を以下に示す．

(1) アンカーボルト構造を模擬した供試体に対し，ナットとベースプレートの間の接触抵抗とボルト軸力（トルク値）の関係を明らかにした．軸力（トルク）が低下すると，接触抵抗が増加する傾向が確認できた．

(2) M16 アンカーボルトの軸力（トルク）が導入目標値である 25.9kN（82.8N・m）よりも小さくなると，接触抵抗が概ね 0.4～0.43mΩ よりも大きくなることが分かった．

(3) 接触抵抗とボルト軸力（トルク）の関係はばらつきが大きかった．ナットとベースプレートの平坦度や接触面の状態などの影響を明らかにし，測定精度を向上させることが必要と考えられる．

参考文献

1) 中江員雄，鈴木正義：電気材料，培風館，1976.

2) 廣畑幹人，金 裕哲：FSM による高力ボルト接合継手の健全度モニタリング，鋼構造年次論文報告集第 19 巻，pp.591-598，2011.11.

3) 廣畑幹人：接触電気抵抗を指標とした高力ボルトの緩み検知に関する基礎的研究，鋼構造年次論文報告集第 22 巻，pp.841-847，2014.11.