

6. 総括

耐遅れ破壊性能を改善した引張強さ 1400N/mm²、降伏点 1260N/mm² を有する高力ボルト (S14T および F14T) を超高力ボルトと呼び、鋼道路橋での使用環境を考慮したすべり性能に影響を及ぼし得る要因についてパラメトリックに設定したすべり試験等を実施し、それらの要因が超高力ボルトを用いた摩擦接合継手のすべり性能に与える影響について検討を行った。本検討によって得られた主な結論を以下にまとめる。

(1) すべり試験による検討

- ・ 3章において、超高力ボルトを用いた摩擦接合継手について標準すべり試験を行った結果、道示で F10T、S10T を用いることについて規定されている適用条件において、S14T は S10T と同等のすべり係数を確保しているとみなすことができるものと考えられる。特に、3.2 節では、接合面処理を無機ジンクリッチペイントまたは粗面とした場合、すべり係数 μ_1 が道示に規定されたすべり係数を確率 99.9% 以上で超過した。有機ジンクリッチペイントとした場合は、 $\mu_1=0.20\sim 0.25$ と低い値を示した。
- ・ 3.3 節において、超高力ボルトを用いてボルト列数を変えたすべり試験を行った結果、すべり係数について、4～8 列まではほぼ同じ値を示したが、12 列では低下した。この低下の程度は、道示における 8 本を超えるボルト列数に対する低減係数と同程度であり、道示で F10T、S10T を用いることについて規定されている適用条件において、ボルト列数の多列化に対する継手性能は、S14T と S10T で同等とみなすことができるものと考えられる。
- ・ すべり後に接合面処理を行わない再すべり試験を行った 3.4 節では、S14T と S10T に明確な差はなく、最初の接合面処理の種類、鋼材の材質の種類に関わらず、すべり係数は低下し、道示の規格値を満足しない可能性が高いことがわかった。すべり後に接合面処理を行った再すべり試験結果から、道示の規定値を上回った試験もあったものの、設計・施工の規格として確立させるには供試体数が少なく、各要因に関する網羅的な検討が引き続き必要と考えられる。
- ・ 3.5 節において、超高力ボルトを用いた、供試体の組立後の保管期間をそれぞれ『12H』『1ヶ月』『長期』とした標準すべり試験結果から、リラクセーションは本締めから概ね 10 日間程度で収まり一定値に漸近していること、その結果保管期間のちがいによるすべり係数への影響は実質的にないことがわかった。S14T と S10T でリラクセーションによるボルト軸力の低下は同等とみなすことができるものと考えられ、接合面処理を無機ジンクリッチペイントとした場合、粗面よりも相対的にリラクセーションは大きい結果となった。

(2) 桁曲げ試験による検討

- ・ 4章では、超高力ボルトを用いた摩擦接合継手を引張フランジに有する I 桁供試体を用いた桁曲げ試験を行った。桁曲げ試験では標準すべり試験と異なり、桁の曲げ変形による

ボルト位置ごとのフランジや連結板の板厚減少量に差が生じたことを原因として、ボルト位置ごとのボルト軸力の変動にばらつきが生じた結果、すべり係数 μ_2 が標準すべり試験よりも小さい値を示したと考えられる。

- 実験供試体ではボルトに導入した軸力が設計ボルト軸力以下であったために、設計ボルト軸力を想定したすべり荷重の設計値 1614.6kN に対して実験値 1581.3kN（設計値に対する比率 97.9%）は下回り、同様に、すべり係数 μ_1 は一部の試験結果で道示の規定値 0.45 を下回る結果（0.44）となった。
- ボルトの導入軸力は、設計値 299kN に対して実験値（平均値）258kN であり、設計値に対する比率は 86.3%であった。ボルト軸力が設計軸力と同等以上に確保されるように施工される場合、すべり荷重も設計値を上回ると考えられ、S14T を実際の鋼桁に使用することが可能とみなすことができると考えられる。
- また、実際のボルト軸力で算出したすべり係数 μ_2 は全ての供試体で道示の規定値 0.45 を上回る結果であった。

(3) FEM 解析による検討

- 5章では、FEM 解析を行い、実験結果を力学メカニズムに着目して考察することで、各種実験の妥当性を検討した。まず、5.2 節において、ボルト軸力の導入に関する解析モデルについて、ボルト軸力の導入モデルにより標準すべり試験の解析結果は異なり、締結力モデルが最も精度良く実挙動を再現できることがわかった。
- 多列すべり試験に関する FEM 解析を行った 5.3 節では、5.2 節の標準すべり試験と同様に、すべり耐力を精度良く再現できた。一方で、母板と連結板間の相対変位、母板間の相対変位、ボルト軸力の変動では実験結果との乖離が見られ、ボルトごとの導入軸力、母板や連結板の初期変形、または鋼材の機械的性質の設定により精度が向上すると考えられる。
- 5.4 節では、桁曲げ試験について、実験で得られたすべり耐力を FEM 解析によって精度良く再現できた。今後、FEM 解析によって実験ケースを補足するなどの活用を行っていく場合、引き続き慎重な検討が必要であるものの、母板と連結板間の相対変位やボルト軸力の変動などについて、解析による再現は可能と考えられる。
- 以上より、母板ひずみやボルトの軸力変動などの各種計測結果について、全ての計測結果を精度良く解析から再現することはできず、解析の精度向上には課題が残った。しかし、すべり耐力を精度良く再現できたほか、桁曲げ試験における母板と連結板間の相対変位やボルト軸力の変動など、力学メカニズムの観点から実験結果を説明できる計測項目もあったことから、FEM 解析によって各実験結果の信頼性を向上させることができたといえる。