

近畿大学大学院 学生員 ○伊藤 慎之助
近畿大学 正会員 谷平 勉

1. 序論

高力ボルト摩擦接合は鋼橋などの土木構造物の代表的な接合方法である。この接合方法に関して、設計基準では、リベット継手と本質的に異なっているのにも関わらずリベット継手を継承しており、すべり面では、20 年以上の昔のデータが基準とされているのが現状である。現在、巨大化および合理化に適応する設計を基準とする必要がある。

2. 目的

本研究では、すべり面の摩擦力の向上を図るために、すべり面の表面処理を改善することに着目した。摩擦力を向上させるためには、実接触面のせん断強度を増加させることにより可能となる。ここで、せん断強度を増加させるために、ショットブラスト処理に使用されているグリット材を使用した。この材料をボルト軸力が導入されることによって発生する材間圧縮力が集中する部分に貼付し、ボルト軸力のみにより埋め込み作業を行い、すべり面の改善を図った。

3. 試験体および試験方法

本研究ではボルト軸力に標準軸力以上を導入するために F10T の HTB のみならず F14T の SHTB も使用した。SHTB を使用する際の鋼材には SM490、HTB には SS400 を使用した。また、表面処理の基準にはショットブラスト処理を採用した。鋼材の孔径に関して、M22 のボルトを使用するために、ボルトの呼び径+2.5mm の 24.5mm とした。これを図 - 1 に示す。

グリット材に関しては、粒径 0.6mm の材料を使用した。また、グリット材の貼付量に関しては、密度を一定にしたため、貼付半径が増大するほど増加する。これに関して、グリット材 1 粒の重量を厳密に算出することに管理を行った。

表面処理面について図 - 2 に示す。これに関して、ボルト軸力のみによりグリット材を埋め込むことが可能であること、また、グリット材に荷重をかけることによって発生する跳ね返り反力を考慮して本研究では、ボルト軸力を導入することによって発生する材間圧縮力が集中する部分にグリット材を貼付する表面処理面を採用した。貼付半径に関して、15mm から増加させ最大値を 22mm とした。

導入軸力に関して、SM490 の鋼材を使用した際のボルト軸力を算出したところ、貼付半径 19mm から増加傾向を示した。ここで本研究では、19mm 以上の試験体に関して、SHTB を使用した。

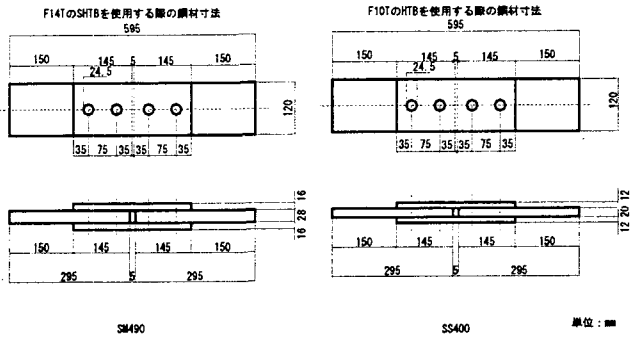


図 - 1 鋼材寸法

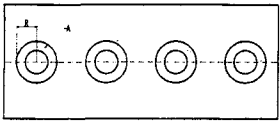


図 - 2 グリット材貼付箇所

表 - 1 導入軸力

R	mm	15	16	17	19	20	21	22
A	mm ²	254	352	456	682	804	933	1068
N	kN	201	201	201	203	240	280	321

すべり係数を算出するために高力ボルト摩擦接合すべり試験を行った。これにより導き出されたすべり荷重から下記に示す式を用いてすべり係数を算出した。

$$\mu = P / (m \times n \times N)$$

ここで m は摩擦面数、n はボルト本数、N は初期導入軸力とする。

4. 試験結果

本試験体の試験結果を図-3に示す。全ての試験体に関して、ショットブラスト処理のみの試験体のすべり係数 0.50 を超える値を得た。また、各試験体のすべり係数に関して、貼付半径 15mm から 20mm までは増加傾向、20mm から 22mm までは減少傾向を示した。すべり荷重に関しては、増加傾向を示した。すべり係数が増加傾向を示した理由として、グリット材の貼付半径を増加させたことにより、実接触面のせん断強度が増加したこと、グリット材が荷重をかける面に近づいたこと、実接触面が増加したことが挙げられる。荷重面に近づくほど、グリット材 1 粒が大きな力を受け持つことが解析により証明されている。これに対して、グリット材を増加させることにより 1 粒が受け持つ力を分担し、図-4でも証明されているように、グリット材 1 粒が受け持つ力を減少させることが可能となる。これにより鋼材に働くせん断応力を減少させる働きをする。このことから 15mm から 20mm の貼付半径のときに増加傾向を示したことが考えられる。

すべり係数が減少傾向を示した 20mm から 22mm の試験体に関しては、鋼材のせん断強度が挙げられる。すべり荷重は増加傾向を示していることから、鋼材が受け持つ力を緩和していることを示しているが、鋼材のせん断強度よりも大きな力が加わったため、減少傾向を示したことが考えられる。

5. 結論

全ての試験体に関して、グリット材がすべりに対する抵抗する個所が発見できたが、グリット材の粒子は破壊していなかった。このことから、グリット材はすべり強度を向上することが可能であることが実証された。また、従来の表面処理状態の場合では、ボルト軸力による材間圧縮力が集中する部分が摩擦の限界に達したとき、クリアランスの分だけ一気にすべり、すべり音が発生するが、本実験の試験体では、グリット材が表面を削りながらすべり荷重に耐えたため、すべり音が発生しなかった。よって、衝撃荷重などによりすべり荷重以上の荷重を受けた場合にもこの表面処理状態に関しては支圧接合にはならず本来の摩擦接合の状態を維持することが可能である。また、SHTB を使用した際にもすべり係数が上昇傾向にあったことから経済的な継手が可能には必要不可欠であることが実証された。しかし、グリット材の貼付作業について、困難が生じたため、貼付方法の更なる改善をすることが必要である。

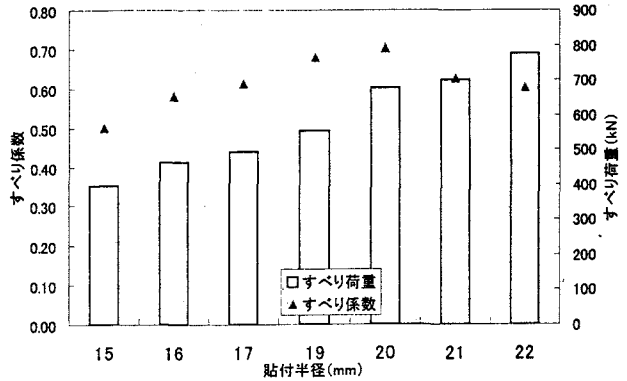


図-3 すべり係数およびすべり荷重 - 貼付半径関係

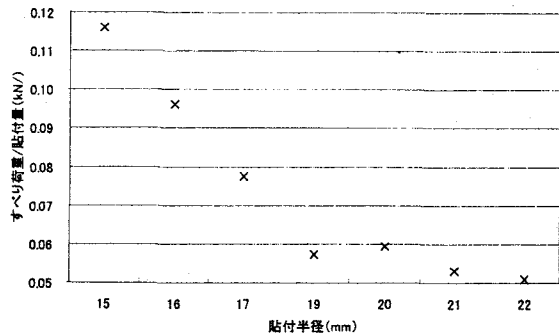


図-4 すべり荷重/貼付量 - 貼付半径関係