

第2章 研究方法

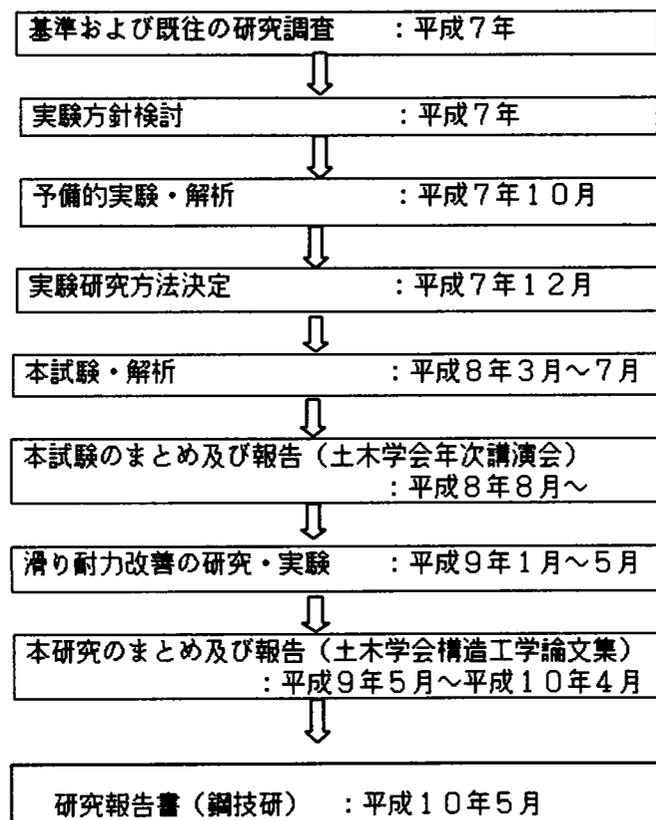
2.1 研究方法

現在の摩擦接合継手の基準類は、既往の研究で明らかであるように、昭和50年初期までの研究成果で基本的な事項が決定されている。しかしながら、今回の施工部会のテーマである「板厚差のある高力ボルト摩擦接合継手の性能」に関しては、要求や必要性が少なかった為か、既往の研究が少なく、また実験の前提条件等が不明確であったり、系統だった研究がなされていないままであることは、第1章で報告した通りである。

よって今回省力化橋梁の設計製作の一手法の要求として、板厚差を設けたままの摩擦接合継手の可能性に関して、研究をする事は非常に有意義であると思われる。また今日のコンピューターによる数値解析の発達を考えれば、これらによる研究も十分可能であるとの認識で、このテーマについて系統だった実験研究を行うこととした。また滑り耐力の低下は否めないため、等厚継手と比較した場合の「滑り係数低下比」を建築学会同様の10%を目標に掲げる事とした。

(1) 研究手順

板厚差のある摩擦接合継手の研究方法は以下の手順で実施した。



(2) 基準類および既往の研究調査

研究を開始するにあたり、現在の基準類の調査および 既往の研究を調査した。
調査結果は、第1章 序論参照。

(3) 研究基本方針

研究に先立ち、既往の研究等における試験体形状、寸法、材質等を調査したが、調査結果試験体の形状、ボルト配列、ボルトピッチ等さまざまなケースがあり、統一されていない為、鋼技研での実験は、現在の道示の基準にマッチしたボルトピッチ等を採用する事とした。またボルト列は、試験が比較的簡易な小型試験体とすることとし、板厚、材質については、現在橋梁で使用頻度が高い材質と板厚にすることとした。

なお、滑り試験体の設計は、「母材」「添接板」の材料降伏の影響を無くし、滑り先行型にした。また厳密な実験を行う為にボルトの軸力管理は、ボルトに貼り付けたストレインゲージによることとした。また、実験に対応したモデルにて、摩擦接合面における接触圧の分布状態を弾塑性有限要素法による解析を行い、実験との対比も実施する方針とした。

研究方法は下記項目を基本方針とし、予備的な試験を実施した後に本格的な試験を実施する事とした。また滑り耐力改善の試験研究も追加実施する方針とした。

研究基本方針

1. 材料は、使用頻度の高い材質および板厚とする。
2. 試験体は滑り先行型とする（材料弾性）
3. 母材板厚差は、1～4 mm程度までとする。
4. 試験体の縁端距離およびボルトピッチは道示の最小寸法とする。
5. 試験体のボルト数、ボルト径は、100 t程度の万能試験機で試験が可能なサイズとする。
6. 軸力管理は、六角ボルトに貼り付けたストレインゲージにて精密に把握する方法とする。
7. 6項と比較するためTCボルトの実験も行う。
8. 摩擦面の肌隙を目視確認する。
9. 摩擦面の接触圧分布状態を感圧紙にて確認する。
10. 摩擦面の接触圧分布状態を解析にて求める。
11. 添接板の曲げひずみの測定を行う。
12. ボルト締め付け順序による差違を確認する。
13. 厚板側縁端にテーパ処理を施した場合の効果を確認する。
14. フィーラープレートの材質問題（母材材質同等）を確認する。
15. 肌隙側の縁端距離を大きくし、滑り係数低下比10%の条件を実験および解析にて検討する。
16. 板厚差の影響を、滑り係数比（板厚差のある場合の滑り耐力/板厚差0の滑り耐力）で評価する。

2. 2 実験研究概要

(1) 予備的試験・予備的解析概要

実験や解析で「板厚差のある高力ボルト摩擦接合継手の性能」研究が、可能か否かを見極める為に、実施する事を目的とした。

実施要領としては、在庫のプライマ施工鋼板より2mm、3mmと板厚差を設けた試験体を各1体毎製作し、感圧紙による接触圧の分布状態、肌隙状況、ボルト締付け後のボルトのリラクゼーション、また添接板外面の歪み状態等を確認するとともに、滑り試験を実施し「滑り耐力」を確認した。また、滑り耐力の緩和対策として厚板縁端部のテーパ処理が有効であるか、また六角ボルトにゲージを貼付け、導入軸力を厳密に行う実験と、軸力コントロールが出来ないTCボルトでの滑り耐力の差違が発生するかの実験も実施した。解析は、実験のモデルと寸法、材料強度等を一致させ、摩擦接合面の接触圧分布の状態を研究した。

研究結果は、第3章に示すが、板厚差があれば目視で容易に確認出来る肌隙が発生し、2列継手では滑り係数低下比は2mmで75%程度まで低下すること等が確認された。2列継手での解析結果と実験値とは解析側がやや低めとなったが、3列継手ではよく実験結果と合い解析方法も有効な手段であることが確認された。

(2) 本試験および解析概要

予備試験の研究結果から、「板厚差のある高力ボルト摩擦接合継手の性能」に影響を与える要因が、概略把握出来た。また有限要素法による、弾塑性解析で求めた摩擦面の接触圧低下の割合も、実験結果と比較し有効な手段になりうる事がわかった。よって、本試験では、試験体のパラメーターであるボルト列を2列から4列まで、また材質をSM490YとSM570の2種類とし、板厚差も厳密にするため母材板厚を機械切削で1mmから4mmまで、1mmピッチの試験体を各3体製作し、摩擦面処理もグリッドブラスト後の無錆状態と赤錆状態の実験と、厚板縁端部を1:10のテーパ処理を施した試験体の滑り実験も実施した。また併せて解析による比較研究と、板厚差に相当する各種材質のフィラープレート挿入効果についても実験することとし、第3章に示すように、板厚差、材質、添接板板厚、ボルト列等が大きく影響を及ぼす事を確認出来た。また薄板のフィラープレートの材質は母材と一致させず一般構造用鋼板でよいことも確認できた。

(3) 滑り耐力の改善に関する研究概要

これまでの試験結果、板厚差が滑り耐力に与える影響が大であることと、その主要因も明確になった。よってこれらの影響を考慮し、設計的にボルト列を増やす、または設計強度を低減する、等の設計的な方策が考えられるが、設計条件はそのままとし、滑り低下比の主要因であるスプライスの曲げ剛度を緩和させる事により、目標である「滑り係数比90%以上」を達成する条件について、更に研究することとした。

研究方法は、「薄板側の縁端距離を拡大」させる方法、「添接板の材質を変える」方法、「添接板を板厚差分ナックル加工し密着させる方法」等による実験・解析方法とした。なお、縁端距離拡大方法は先行解析で求めた条件に一致した試験体を製作比較する方法とし、目的達成の条件も確認できた。