

# フィラープレートを用いた高力ボルト摩擦接合継手の耐力

## Yield Strength of Friction Grip Joints with Filler Plates Using High-strength Bolts

高橋 秀幸\*<sup>1</sup> 宮坂 淳一\*<sup>2</sup>  
 Hideyuki TAKAHASHI Jun-ichi MIYASAKA

### Summary

With the intention of saving labor in the shop fabrication of the bridge components, structures with no welded joints between plates are being adopted. In this type of bridge there may be a difference between the thickness of adjoining plates. If so, a filler plates must be used to equalize the thickness. There are problems associated with this: it may be difficult to acquire a filler plate of the appropriate thickness and material properties; and a gap which is not completely filled may reduce the axing force exerted bolts and the slip factor. Thus, much care must be taken when building such structures.

In this study, the results of load capacity tests on joints proved that highstrength bolts (selected in view of the properties and thicknesses of the plates) can be used in friction grip joints with filler plates.

### 1. まえがき

近年、鋼橋の低価格化が社会的ニーズとなっており、鋼重量軽減とする傾向にあるものに対し、鋼材費と加工費との関係を考慮した省力化が適用されつつある。

新積算基準による設計では、鋼重に比例する積算から鋼材費と加工費との関係を考慮した積算体系に移行され、従来の所要断面に合わせて随所に板継ぎ溶接を行い断面変化（板厚変化）させる設計から、一部材同一断面として板継ぎ加工を省略する方法が採用される。その場合断面変化を現場継手部で行うが、その継手方法として溶接継手と高力ボルト摩擦接合継手（以下、摩擦継手という）があり、板厚差のある摩擦継手部には、フィラープレートを挿入する方法が用いられる。

摩擦継手のすべり耐力は高力ボルトの軸力と摩擦面のすべり係数によって決まるが、フィラープレートを挿入することによるすべり係数の変化やリラクゼーション等の影響を確認しておくことが必要で、摩擦継手のすべり耐力は高力ボルトの締付け管理とすべり係数の管理によって保証されるが、それぞれの管理については道路橋示方書で以下のように規定されている。締付け管理については「ボルトのリラクゼーションや塗膜のクリープ等による軸力減少の原因となるおそれのあるものは、その必要性を含めた検討をしたうえで使用しなければならない」。また、すべり係数の管理に対しては「摩擦継手に

おいては設計計算上接合面のすべり係数を0.4以上として継手のすべり耐力が算出されているため、接合面はすべり係数が0.4以上となるよう処理を施さなければならない」。本文では、摩擦継手におけるフィラープレートを挿入した際のフィラー厚変化によるすべり係数に与える影響を求め、また鋼材入手の容易さから本体と異なる材質のフィラープレートをを用いた場合の適用性について基礎的な実験を行ったので報告する。

### 2. フィラープレート挿入における問題点

板厚差を有する摩擦継手に、フィラープレートを挿入

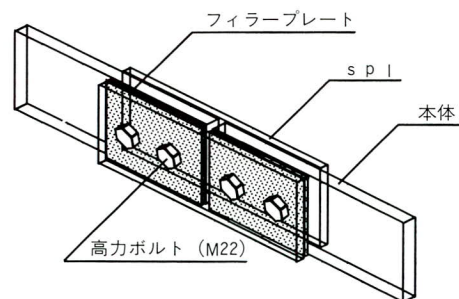


図-1 試験体概略図

\*<sup>1</sup>千葉工場 製造部品質管理課

\*<sup>2</sup>千葉工場 製造部品質管理課



点もあり、軸力の経時変化も測定できないので、高力ボルトの軸部にストレインゲージを貼り、軸力計でボルト毎に校正係数（最小自乗法による）を求め、軸力に換算して行った。ストレインゲージの貼付け状況を図-3に示し、高力ボルト軸力校正図の代表例を図-4に示す。

### (3) 試験体の表面処理および表面粗さ

試験体の表面処理はショットブラスト（SIS Sa2.5以上）で行い、表面粗さ JISB0601による十点平均粗さ75 $\mu\text{m}$ Rz以下とした。表面粗さ測定記録を図-5に示す。

## 4. 軸力導入

### (1) 軸力導入

各試験体について試験側を可動、対称側を固定とし締

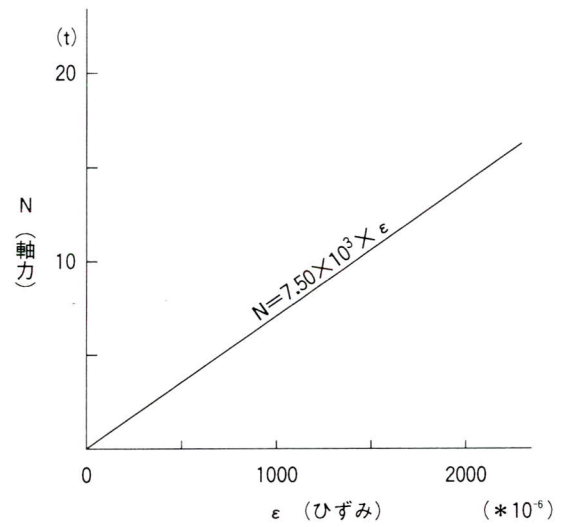


図-4 軸力校正図

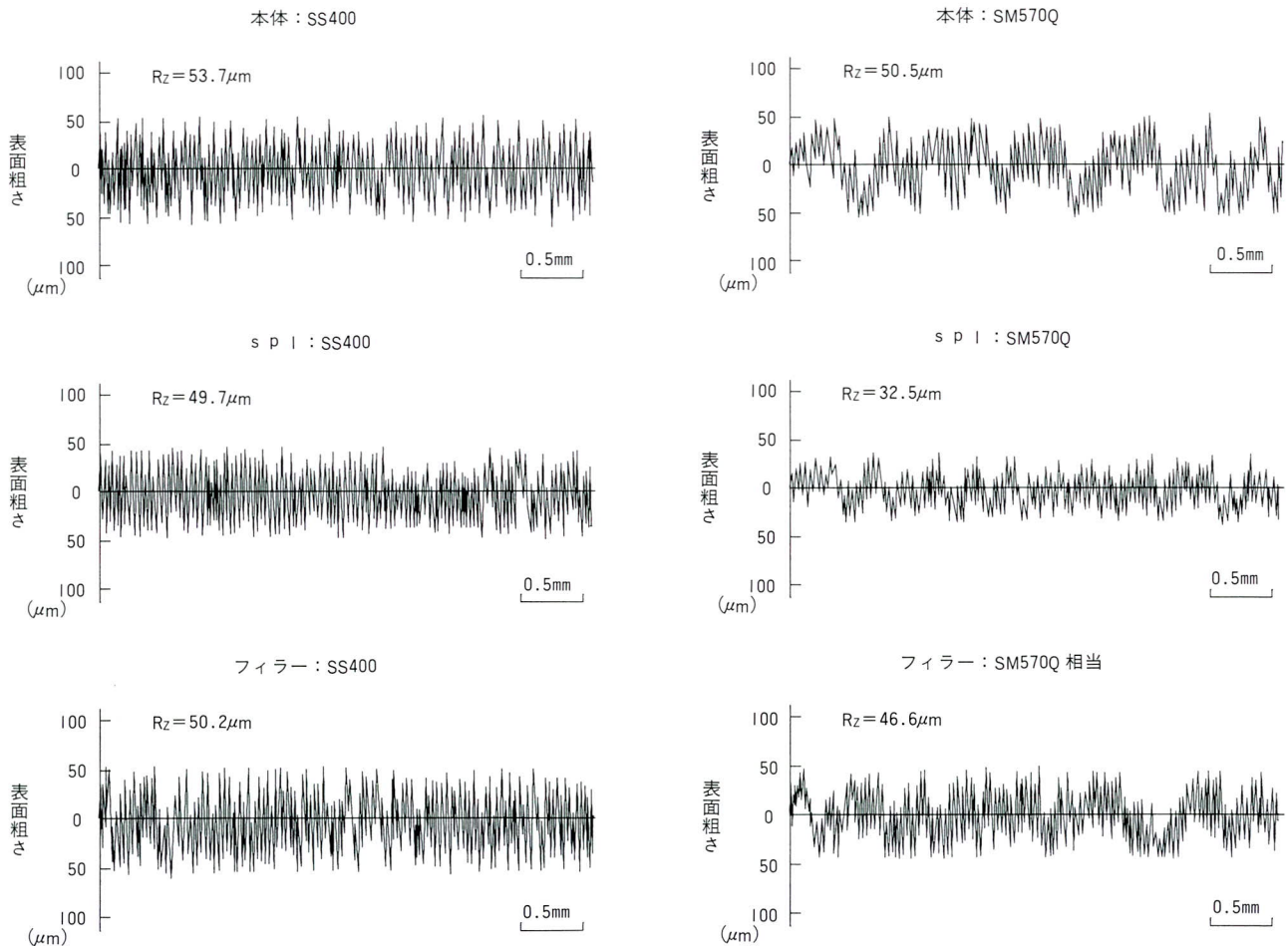


図-5 表面粗さ測定記録

付け順序を図-6のように予備締め・本締めとも固定側→可動側の順に行った。導入軸力は表-2のように、可動側はF10T M22における設計ボルト軸力の10%増しとし、固定側は可動側導入軸力の20%増しとした。また予備締め軸力は導入軸力の60%程度とした。

締め付け方法は、可動側の予備締めおよび固定側の予備締め・本締めはトルク制御法により行い、可動側の本締めはストレインゲージによる歪み制御法により行った。

試験体締め付け後を写真-1に示す。

## (2) 軸力の経時変化

軸力導入直後から最終軸力（10日後軸力）までの軸力減少率を測定した。測定間隔は直後・0.5・1・2・3・4・5・12・24・48・72・120・168・240Hとし、軸力減少測定結果を図-7に示す。

試験体MMBは、フィラープレートの板厚差における軸力減少の差は無く、2.0%程度の減少率である。試験体MSBは、軸力導入直後で3.0~4.0%の減少があるが240H後においても4.0%であり経時による変化は無い。SSBについては、軸力導入直後で2.0%程度の減少で、経時によって240H後では4.0%になっている。しかし、SS400材におけるブラスト面の軸力減少は一般に3.0~5.0%であり同様の傾向であるので、本実験においてフィラープレート挿入による軸力減少の影響は無いと

表-2 導入軸力 (ton)

締め位置	設計軸力	予備締め軸力	導入軸力
可動側	20.5	13.5	22.6
固定側	20.5	16.2	27.1

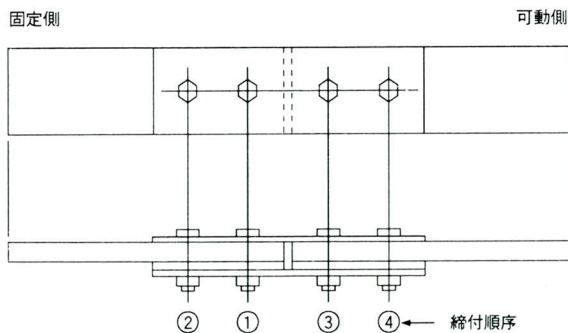


図-6 試験体締め付け順序

考えられる。

## 5. すべり試験

すべり試験は200ton アムスラーで行った。写真-2のように試験体に変位計を取付け、荷重を加えた際に急激に変化したときをすべり耐力とした。すべり試験結果を表-3に示し、各試験とすべり係数の関係を図-8に示す。

すべり試験結果は各試験体の平均値であり、すべり係数の算出は下式により行った。

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

$\mu$ : すべり係数  
 $P$ : すべり荷重  
 $m$ : 摩擦面 (2面)  
 $n$ : ボルト本数 (2本)  
 $N$ : 導入ボルト軸力

本実験の結果から、MMBはすべり係数0.52~0.59でMSBは0.52~0.55であり、MMBとMSBとの差は、フィラープレート2.3mmについて0.07程度小さくなって

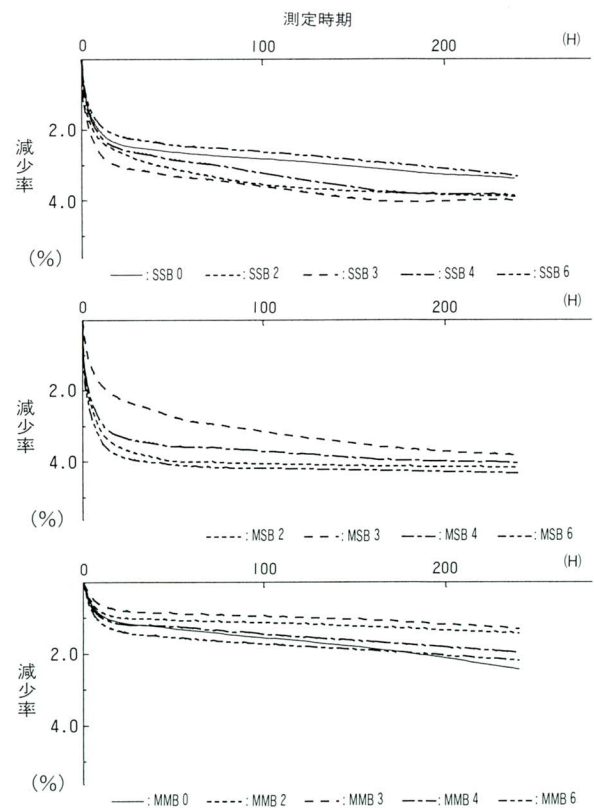


図-7 軸力減少

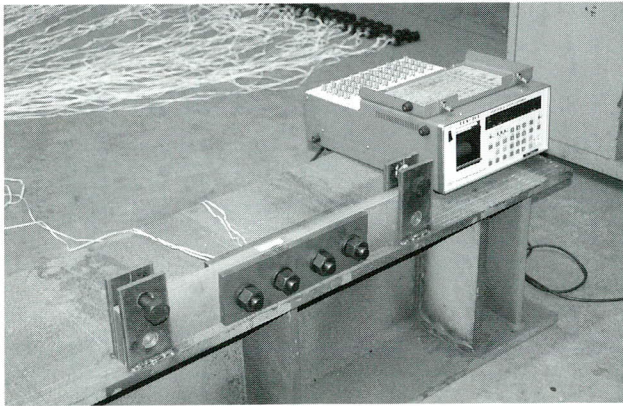


写真-1 試験体

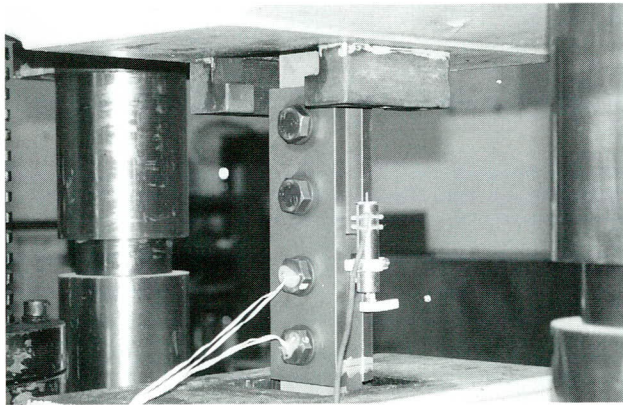


写真-2 すべり試験

おり, 3.2~6.0mmはほぼ同じである。また MMB については微少量ではあるがフィラープレートが厚いほどすべり係数が減少する傾向にある。SSB については、本体・フィラープレートとも SS400材であり軟鋼のため、すべり係数はフィラー厚に関係なく 0.44~0.47 と他試験体に比べ小さくなっている。

しかし、試験体 MMB および MSB は全ての試験体ですべり係数 0.5 以上であり、試験体 SSB は設計計算上の 0.4 を上廻っている。

表-3 すべり試験結果 (平均)

試験体 No.	導入軸力 (ton)	試験前軸力 (ton)	すべり荷重 (ton)	すべり係数	実すべり係数
SSB 0-1~3	45.4	43.9	40.6	0.447	0.463
SSB 2-1~3	44.7	42.5	40.0	0.448	0.471
SSB 3-1~3	45.2	43.3	40.1	0.444	0.463
SSB 4-1~3	45.3	43.4	38.6	0.426	0.444
SSB 6-1~3	44.2	42.8	39.5	0.446	0.461
MSB 2-1~3	45.4	43.5	45.5	0.501	0.523
MSB 3-1~3	45.3	43.7	48.2	0.532	0.552
MSB 4-1~3	44.8	43.1	47.3	0.528	0.549
MSB 6-1~3	45.3	43.4	46.8	0.516	0.539
MMB 0-1~3	45.4	44.3	51.6	0.568	0.582
MMB 2-1~3	45.3	44.7	53.1	0.586	0.594
MMB 3-1~3	45.6	45.0	50.3	0.552	0.559
MMB 4-1~3	45.2	44.4	46.6	0.516	0.524
MMB 6-1~3	44.9	43.6	46.1	0.515	0.531

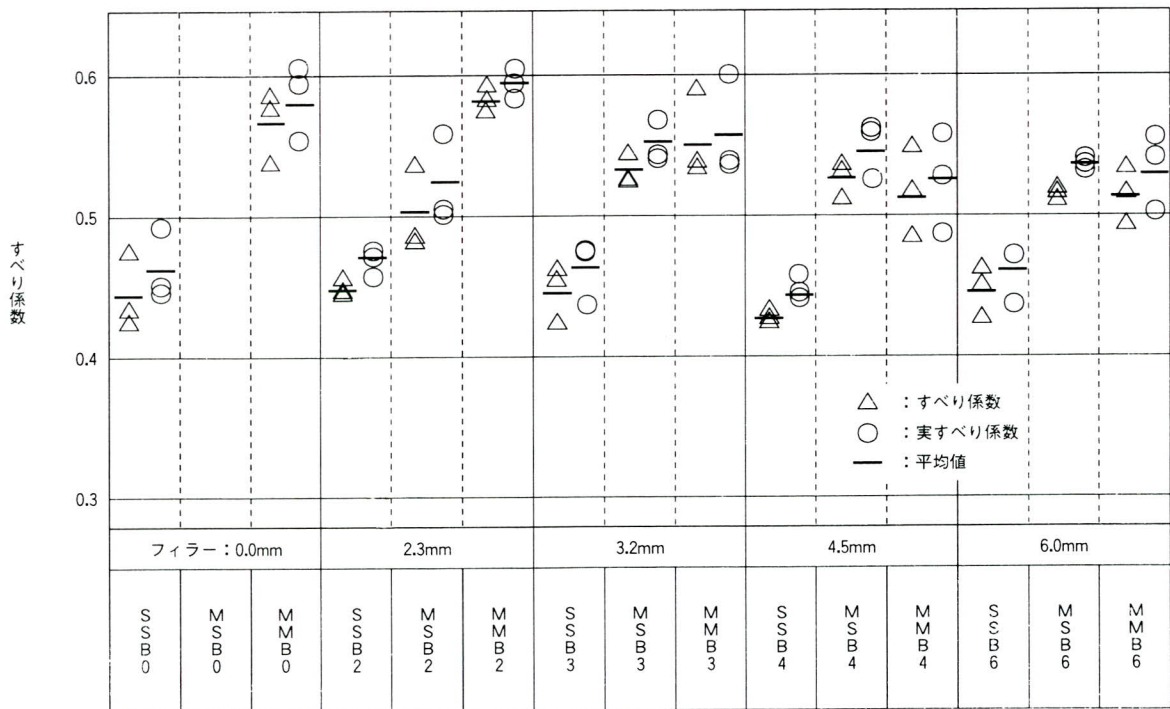


図-8 すべり係数

## 6. まとめ

本実験の高力ボルト摩擦接合継手におけるフィラープレート挿入によるすべり係数確認試験を行ったがこれらをまとめると以下ようになる。

フィラープレートを挿入することによる軸力の減少は本体・フィラープレート SM570Q 材（相当）の試験体は2.0%、本体 SM570Q 材・フィラープレート SS400材および本体・フィラープレート SS400材においては4.0%程度であり、一般的なブラスト面の継手の軸力減少と大差はない。

また、すべり係数については異種鋼材の本体 SM570Q 材・フィラープレート SS400材において、本体・フィラープレート SM570Q 材（相当）と比較して若干小さくなっているが、全体的にすべり係数0.5を上廻っており、本体・フィラープレート SS400材においては0.4以上である。

これらの各試験により、フィラープレートの挿入またはフィラープレートの異種鋼材 SS400材における継手耐力の確認ができた。

## 7. あとがき

以上これらの報告をもとに今後、塗料塗布（Zn プライマー塗布等）したフィラープレート挿入の摩擦継手や異種鋼材における高強度材のフィラープレート挿入等の

すべり係数確認試験を行っていく予定である。

本実験に際して、琉球大学工学部土木工学科・兼久迅氏、長崎大学工学部構造工学科・井上修氏には研修生とし多大なる御協力を頂いたことに、紙上を借り心から感謝の意を表すものである。

最後に、省力化工法による板継ぎ溶接継手の省略化やそれに伴う鋼重量・加工工数等の問題は鋼橋製作に重要な課題であり、本報告がそれら課題解決のために少しでも参考になれば幸いである。

### <参考文献>

- 1) 成宮隆雄、百瀬敏彦：高力ボルト摩擦接合継手の設計と耐力、宮地技報 No.4、p14-27,1988.3.
- 2) 秋山寿行、藩本章一、西村宣男：高力ボルト摩擦接合に関する設計基準の国際比較、土木学会第46回年次学術講演会、I-270,1991.9.
- 3) 吉原忠、小坂寛己、大野晃：高力ボルトの軸力変動と滑り耐力に関する実験、土木学会第41回年次学術講演会、I-281,1986.
- 4) 伊藤鉦一：DIN 規格の鋼構造用ボルト接合に関する規定、橋梁と基礎,1989.5.
- 5) 日本道路協会：道路橋示方書・同解説,1994.2.
- 6) 日本建築学会：鋼構造設計基準,1970.

1995. 10. 30受付

### グラビア写真説明

#### 中部電力鯨南独身寮

名鉄常滑線で名古屋駅より知多半島に向い15分程、大同町駅のすぐ前に新築されたこのビルは中部電力(株)の独身寮です。

近くには、名古屋火力発電所、新名古屋火力発電所があり、通勤には便利な所に位置しています。

当然の事ながらオール電化された近代的な魅力ある建物となっております。

(泉)