

神戸大学工学部 正員 西村 昭

神戸大学大学院 学生員 〇 広田 邦夫

打込み型高力ボルト継手の許容応力度選定のための資料を得るため、支間中央に各種の高力ボルト継手と有する工型断面桁の応荷塑性曲げ試験を行なった。

1. 試験桁および高力ボルト

試験桁種類は表-1に示す。試験桁寸法は

図-1に示す。継手部の板表面にはサンドブ

ラストの表面処理を施した。使用したボルト

はF9T高力ボルト(ワダ[※]×85, グリップ40mm)

並心以下9T相当の打込み型ボルト(ワダ[※]×86, グリップ46mm)である。高力ボルトの締付け

は普通ボルト, 打込み型ボルト共に, トルク法によつて, 軸力15.5tを導入した。打込み型ボルトは円筒部外径23.8mm, 同径径21.8mmの試作品(高力ボルト工業KK)である。ボルト孔はすべて23.5mmとし, 打込み型ボルトは油圧試験機で押込んだ。

2. 試験方法

荷重は支間9等分点に2点荷重とし(図-2), たわみ測定

のため3個, 継手のずれ測定のため上下フランジに各2個, 計7個のダ

イヤルゲージを設置した。測定は荷重増加5tをきざみに行ない, 荷重一

たわみ図から, 桁が塑性域に入った所で, 降荷した。これを0.5サイク

ルの荷重とし, 桁を上下反転して, 続く1.0サイクル目の試験を行な

い, 以下20~30サイクルの繰返し曲げ試験を行なった。なお, 比較

のため, 別途にフランジ継手部に相当する工型ボルト継手の引張試験を実施した。

3. 試験結果および考察

(1) 各サイクルにおける最初のせり荷重

①継手部のせりは摩擦型継手では, 初回荷重から, 支圧型継手では, 1.0サイクル目から生じた。(図-10参照)。

②せり荷重はサイクル数と共に減少し, 20サイクル頃め5安定する様である。(図-3, 4)。

③図-4に示すようにせり荷重-サイクル数曲線は桁材がSS41の方が上位にある。

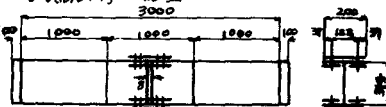
④継手型式によるせり荷重の差は, 荷重値に関してはほぼ同じ様相を示すが, せり量とあり, 差が著しい。

⑤ボルト列数3のせり荷重は荷重サイクルにかかわらず, ボルト列数2のせり荷重より大きい。

表-1 試験桁種類

桁記号	桁材質	ボルト列数	ボルト種類	継手型式
HM	SM50A	—	—	—
HS	SS41	—	—	—
3MH	SM50A	3	高力ボルト	摩擦型
3MB	SM50A	3	打込み型ボルト	圧入型
2MH	SM50A	2	高力ボルト	摩擦型
2MB	SM50A	2	打込み型ボルト	圧入型
2SH	SS41	2	高力ボルト	摩擦型
2SB	SS41	2	打込み型ボルト	圧入型

試験桁-概図



継手部詳細図

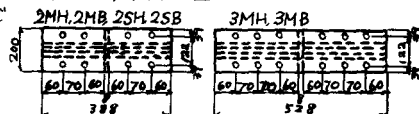


図-1 試験桁寸法

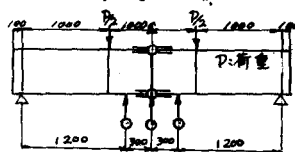


図-2 試験状況

(2) 全せり量

せり発生よりクリアランスがなくなり、支圧力が作用しはじめまでの全せり量(図-5)を、スパン中央の荷重-たわみ曲線(図-11)より求めた。図-6に示すように、全せり量は摩擦型、支圧型継手橋共に初期のサイクルにおいて増加し、摩擦型で図-3 3MH, 3MBのせり荷重は、ほぼ2.0サイクルで安定するが、支圧型では安定まで3.0サイクル残荷すものもある。全せり量の値は各サイクルにおいて、支圧型は摩擦型のほぼ半分あるいはそれ以下であった。

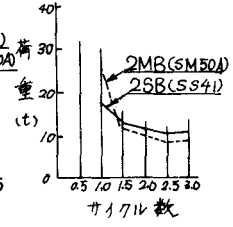
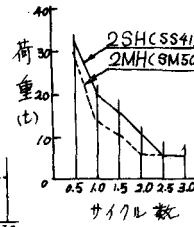
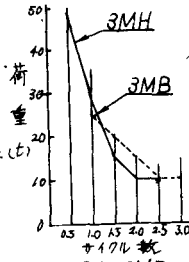


図-4 桁材質によるせり荷重の変動

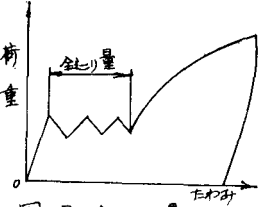


図-5 全せり量

(3) 吸収エネルギー

スパン中央の荷重-たわみ関係において、荷重-たわみ曲線が囲む面積から吸収エネルギー(図-7)を求め、継手桁の変形性能について考察する。比較のため全試験橋とも、60tに対する値を求め、その値のサイクルによる変化状況を図-8に示す。

① 支圧型継手橋に比し、摩擦型継手橋の吸収エネルギーは非常に大きい。この両者間の差

は支圧型継手における打込み型ボルト円筒部の凹凸によるボルト孔の充填効果に起因すると思われる。

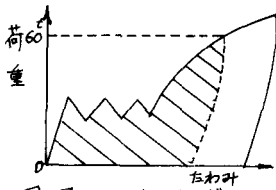


図-7 吸収エネルギー

② 継手を有しない単一桁(HS, HM)との比較から、摩擦型継手橋の場合は単一桁の吸収エネルギーよりはるかに大きい。支圧型の場合は単一桁の値とほぼ等しい。吸収エネルギーをもつ。この点、将来支圧型継手の実用限界おるいは、許容強度規定の60m基準となる。

(4) 継手部ずれ量

桁フランジ継手部引張側の荷重(換算値)一ずれ量関係と、別に試験した純引張継手の荷重-伸び曲線を比較すると、両者がほぼ一致していることがわかった。

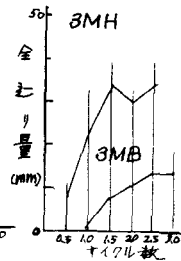
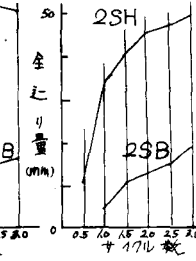
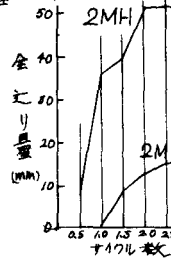


図-6 全せり量

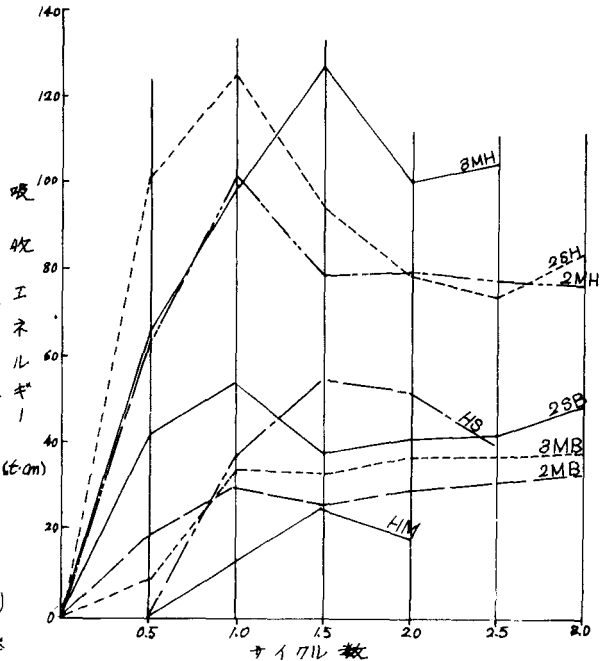


図-8 吸収エネルギー

5) 荷重-たわみ曲線(履歴曲線)

① 弾性範囲内での荷重-たわみ曲線勾配は摩擦型、支圧型橋ともに、ほぼ単一のそれに等しく、各試験橋とも、10 サイクル以後では、0.5 サイクルでの値より小さくなる。

② 歪り発生から終了までの履歴曲線の平均的勾配は、摩擦型橋においてはほぼ

水平であるが、支圧型橋では、わずかに上昇の傾向にある。これは支圧型橋の場合には、打込み型ボルト内筒部の凹凸により、歪りが拘束され、荷重低下が、摩擦型橋程、著しくないためであると思われる。

③ 摩擦型橋の履歴曲線は1.5 サイクル以後、安定し、ほぼ類似の曲線を描くが、支圧型橋の場合は、サイクル数の増加と共に、たわみを増す方向に移動している。

④ 履歴曲線の微小歪りの発生部分をみると、554ノに比して、5M50A の場合の方が、歪り間隔が小さいことがわかる。これは表面硬度の差に原因すると考えられる。

4. 結 び

以上のように、支圧型継手橋の交替型曲げ試験を通じて、その性状を普通高カボルト継手橋と比較しつつ、考察して来たが、総合的に支圧型継手を有する場合は、過大荷重の作用に対しても、比較的、剛に挙動するといふことができよう。過大荷重がただ1回作用する場合は歪りは全く生じない。しかし、引続いて反対方向の曲げを受ける場合には、量的には少ないが、歪りを発生するようになる。これに対して、普通の高カボルト継手橋の場合は、1回目の過大荷重から、きわめて大きな歪りが発生した。これらの事実から、普通高カボルト継手の実用限界として、歪り荷重が採られるのは、当然であると考えられる。

しかし、支圧型継手の場合は、設計荷重に相当する過大荷重が反復される確率はほとんど無視しうるものであることを考えると、実用限界として、この場合にも、10 サイクル以内で生ずる歪り荷重を定めることは、今後の研究課題となる。

また、実際では、継手構成ボルト数の増加、製作誤差による歪り量の拘束等から、以上の論拠となった歪り量は減少すると思われる。

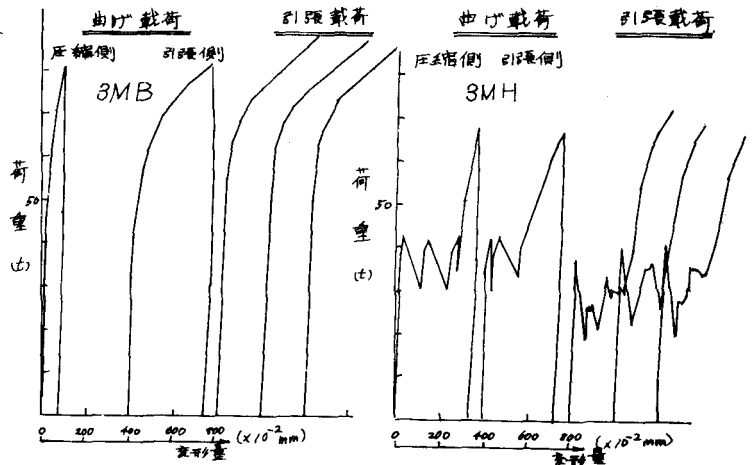


図-9 橋継手部歪り量と引張載荷継手荷重伸び曲線

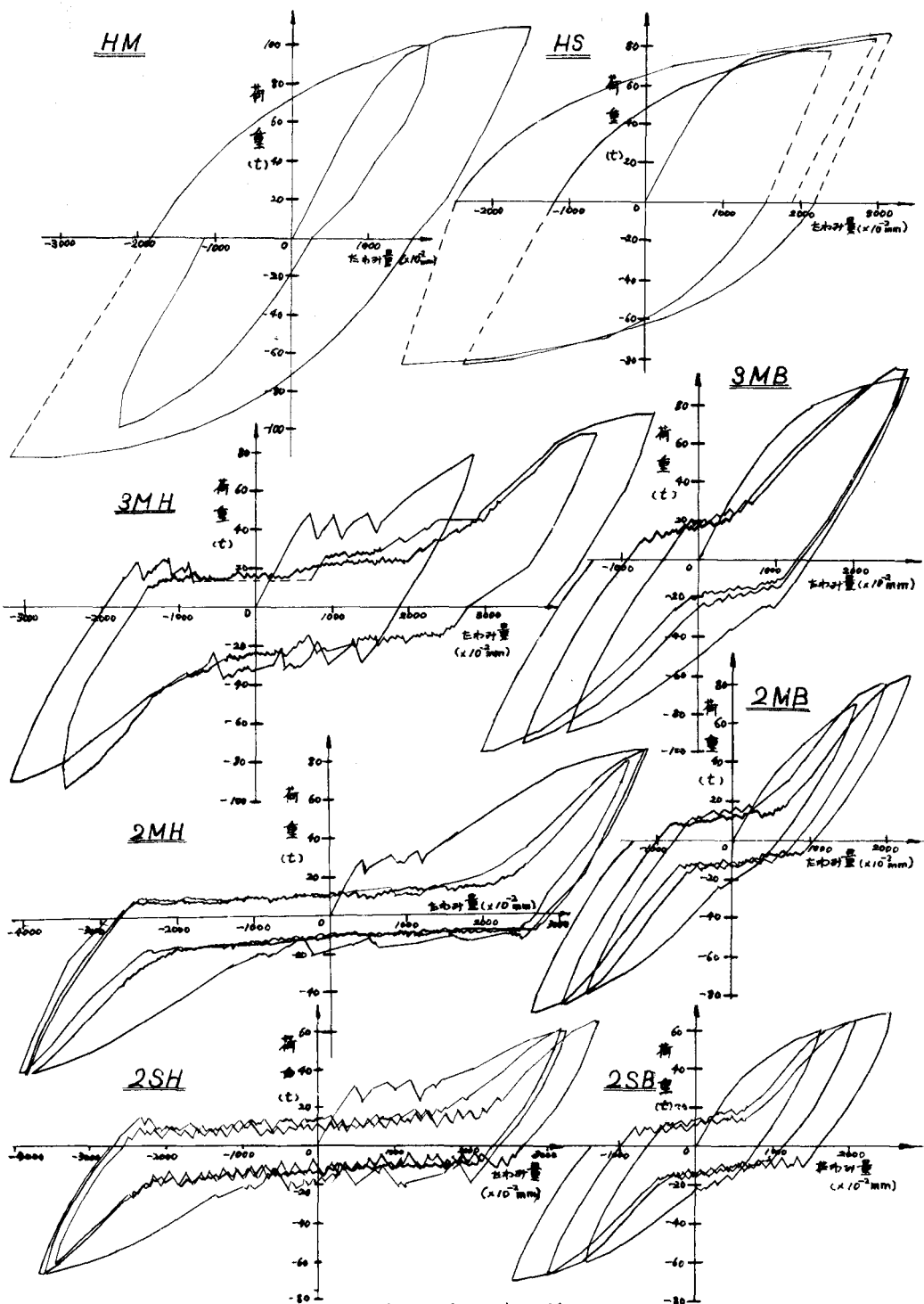


圖-10 履壓曲線