目違い継手における一次締めを省略した高力ボルト軸力の変化に関する実験的研究

ＪＲ東日本　正会員　○吉田　一　　正会員　後藤 貴士
同上　正会員　山田 正人　　正会員　工藤 伸司

１．はじめに

仮橋脚や仮設構台など鉄道営業線に近接した仮設構造物の構築を行う場合，少ない夜間作業間合い等による制約時間の関係から，ボルト締付方法の簡略化が望まれている．

既往の研究[1)2)]においては,一次締めを省略した場合においても高力ボルト軸力のばらつきの変動や継手のすべり係数に大きな差異が生じないことが確認できている．しかしながら，実際には，継手には許容された製作誤差範囲内での目違いが生じることも想定されるため，母材と添接板に目違いを設けた試験体を製作し，ボルト軸力のばらつきやリラクゼーションの影響等を経時的に測定した．併せて同試験体を用いた引張試験を行い２段階締め有りと２段階締め無しの場合の継手性能を把握した．本報ではその概要について述べる．

２．実験概要

２．１　ﾎﾞﾙﾄ軸力のばらつき及びﾘﾗｸｾﾞｰｼｮﾝ測定

図-1 に示すように，添接部付近の母材（板厚22㎜）を冷間曲げ加工によりＨ鋼の JIS 規格の想定誤差として 5㎜ の目違いを設けた試験体（仮橋脚（H400）の継手等を想定）を２タイプ製作し，２段階締め無し（TYPE-A）と２段階締め有り（TYPE-B）のボルト軸力を測定した．なお，ボルト規格は M22 STB(S10T)とした．

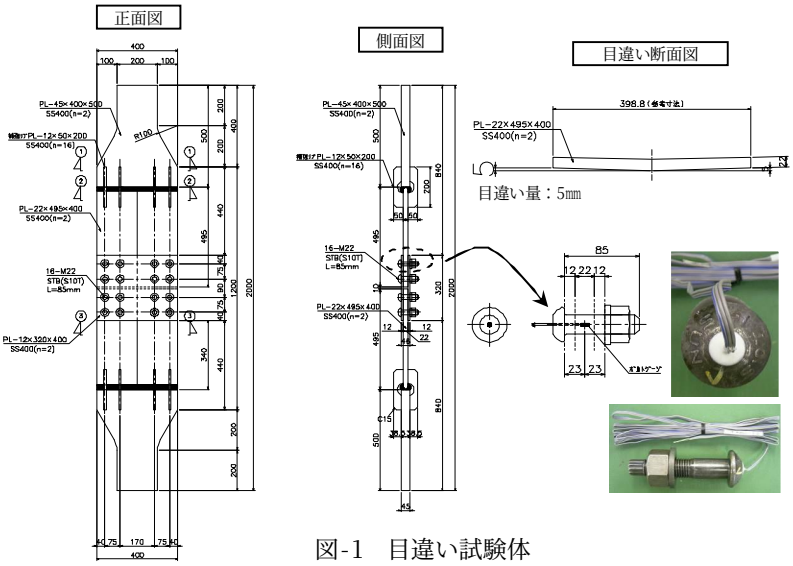


図-1　目違い試験体

導入軸力は本締め軸力 225kN，１次締め軸力 135kN（本締めの 60％程度）とし，ボルト群の締付けは図-2 に示すように中央部から順次端部のボルトに向かって行った．２段階締め有りのボルトの締付けは，インパクトレンチによりトルク管理を行い，本締めは，シャーレンチを使用しピンテールが破断するまで行った．また，ボルトひずみゲージは接合板厚の中心に取付けた．図-3 には試験状況（ボルト締付け状況）を示す．

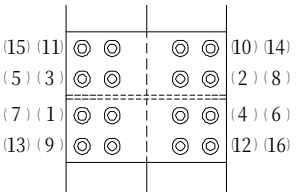


図-2　ボルト締付け順序

図-3　ボルト締付け状況

その後，ボルト締付け直後から 13 日目まで，ボルトのひずみ値を１回/日測定し，リラクゼーションの影響を確認した．測定期間については，既往の研究結果[3)]より，10 日以降の軸力の変化がみられないことがわかっていることから，２週間程度（13 日）とした．

２．２　静的引張載荷試験

次に，ボルト締付け 13 日目に静的引張載荷試験を行った．なお，継手接触面は，電動工具にて軽く目粗しを行う程度とした．計測項目は，高力ボルトのひずみとし，ボルトのひずみ挙動に変化が生じる直前の荷重（すべり荷重）からすべり係数を算出した．すべり係数は以下の式より算出し，ボルト軸力は，引張載荷試験前に計測した全ボルトの平均軸力とした.試験状況を図-4 に示す.

すべり係数＝すべり荷重（kN）/（摩擦面の数(２面)×ボルト軸力）

図-4　静的引張載荷試験状況

キーワード：目違い継手，トルシア形高力ボルト，ボルト軸力のリラクゼーション，静的引張載荷試験
連絡先:〒151-8512　東京都渋谷区代々木 2-2-6 JR 東日本 東京工事事務所　Tel(03)3379-4353 Fax(03)3372-7980

3．実験結果及び考察

3．1　ﾎﾞﾙﾄ軸力のばらつき及びﾘﾗｸｾﾞｰｼｮﾝ比較

導入軸力については，表-1 より，TYPE-A が，187kN～216kN（平均 205.9kN），TYPE-B が 200kN～216kN（平均 206.2kN）となり，設計導入軸力より若干小さい値となった．TYPE-A については，図-5 より初期に締付けたボルト（4 本目まで）については軸力低下が大きいことがわかる．これは，5mm の目違いがあるうえ，一次締めを省略したことにより初期締めの段階では添接板がうまくなじんでいないことが伺えるが，導入軸力の平均値に差異はみられないことから，本試験体のボルト本数（16 本）程度であれば，一次締め省略の影響はほぼないということが言える．

次に，ボルト締付け直後から 13 日目までのひずみの経時変化を図-6 に示す．図-6(a)は TYPE-A（2 段階締め無し），図-6(b)は TYPE-B(2 段階締め有り)を示している．なお，図中のボルト No.は，図-2 に示すボルト締付け順序の No.と一致している．

図-6 より，TYPE-A，TYPE-B とも締付け直後から 2 日目までに多少のひずみ値が低下し，リラクゼーションの影響はみられたものの，その軸力低下率は，それぞれ TYPE-A が 1.7%，TYPE-B が 2.1%と些少の値であり，両者でその傾向に差異はみられなかった．また，3 日目以降は気温差の影響で多少の増減と，6 日目に外側ボルト 1 本のひずみ低下がみられた以外は，ひずみ値はほぼ一定であることが確認できた．

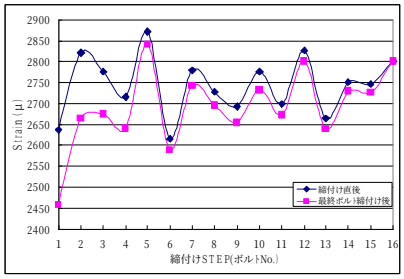
表-1　締付け直後と載荷試験前の導入軸力比較

(a)TYPE-A(2 段階締め無し)

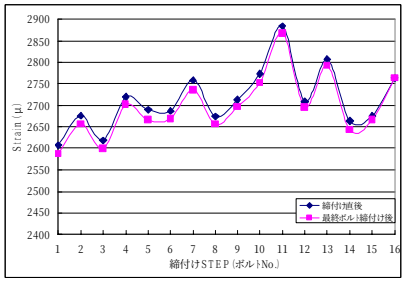
ゲージNO.	締付け直後の導入軸力 (KN)	13日目の軸力 (KN)	軸力低下率 (%)
1	209.2	204.7	2.1
2	203.3	200.5	1.3
3	211.0	207.6	1.6
4	208.7	204.7	1.9
5	216.1	214.2	0.9
6	205.5	199.0	3.1
7	204.5	201.4	1.5
8	202.7	197.3	2.7
9	209.0	205.4	1.7
10	187.7	186.3	0.8
11	200.9	198.3	1.3
12	202.5	200.0	1.2
13	200.9	197.2	1.9
14	204.6	202.0	1.3
15	214.3	211.0	1.6
16	214.0	208.9	2.4
平均値	205.9	202.4	1.7

(b)TYPE-B(2 段階締め有り)

ゲージNO.	締付け直後の導入軸力 (KN)	13日目の軸力 (KN)	軸力低下率 (%)
1	200.9	198.1	1.4
2	215.8	213.1	1.3
3	209.4	206.3	1.5
4	203.9	198.7	2.6
5	201.9	198.3	1.8
6	204.0	200.3	1.8
7	202.8	200.4	1.2
8	203.3	200.7	1.2
9	211.3	206.1	2.5
10	200.2	198.5	0.9
11	203.5	201.0	1.3
12	206.9	203.8	1.5
13	214.3	210.8	1.6
14	204.5	201.7	1.4
15	207.6	187.7	9.6
16	209.3	206.1	1.5
平均値	206.2	202.0	2.1

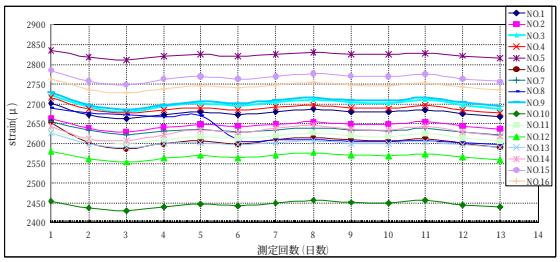


(a) TYPE-A(2 段階締め無し)

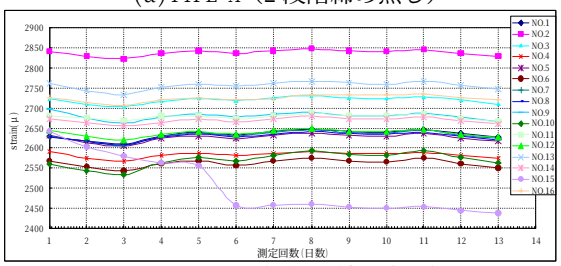


(b)TYPE-B(2 段階締め有り)

図-5　本締め時ひずみ分布



(a)TYPE-A（2 段階締め無し）



(b)TYPE-B（2 段階締め有り）

図-6　リラクゼーション測定結果

3．2　静的引張載荷試験

静的引張載荷試験の結果，TYPE-A はすべり荷重が 1392.08kN，すべり係数は 0.430 となった．一方，TYPE-B は，すべり荷重が 1231.28kN，すべり係数は 0.381 となり，2 段階締め無しのほうがすべり係数が大きくなる結果となった．

これは，接触面の表面粗さ等の影響（表-2）と考えられ，一次締めの有無によるすべり係数の差はないものと思われる．

表-2　表面粗さ測定結果

試験体名	測定箇所	表面粗さ Rz（μm）
TYPE-A	母材-1A面	30
	母材-2A面	47
	母材-1B面	40
	母材-2B面	31
	添接板-1	46
	添接板-2	38
	平均値	39
TYPE-B	母材-1A面	28
	母材-2A面	29
	母材-1B面	27
	母材-2B面	29
	添接板-1	24
	添接板-2	31
	平均値	28

4．おわりに

以上，結果をまとめると，今回試験の対象とした範囲（仮橋脚等の継手を想定）では，2 段階締め無しの場合でも 2 段階締め有りと比較してボルト軸力の抜けやばらつき，リラクゼーションの影響がないことが確認できた．

また，静的引張載荷試験の結果からも 2 段階締め無しと 2 段階締め有りを比較して継手性能に大きな差はみられないことがわかった．今後は，実施工に採用するために技術基準類の整備を図っていくこととする．

【参考文献】

1) 吉田一，山田正人：高力ボルト継手の簡易な締結方法に関する一考察，第 64 回土木学会年次学術講演会，2009.9
2) 吉田一，山口愼，山田正人：高力ボルトの一次締めを省略した継手性能に関する一考察，第 65 回土木学会年次学術講演会，2010.9
3) 南邦明，森猛，堀川秀信：50mm 厚鋼板を用いた太径ボルト(M36)継手のすべり耐力試験，土木学会論文集 A(Vol.62)，2006.4