

I-382 フランジ厚の大きな継手における高力ボルトの締め付け試験

大阪市	正員	○指吸 政男	近畿大学	正員	谷平 勉
大阪市	正員	藤澤 政夫	大阪市	正員	中西 正昭
(株)片山鉄工所	正員	石原 靖弘	(株)日本鋼管	正員	中西 延仁

1. まえがき

大阪市で架設中の鋼床版2主桁橋の継手には重ね合わせフランジが採用され、その高力ボルト継手は図-1に示すように、裏表共それぞれ2枚の添接板と、最大250mmの長尺ボルトから構成される。高力ボルトは締め付け後、塗膜のつぶれ、板と板のなじみ、ボルト自体のリラクセーションにより軸力の減少が生じる。したがって、このような接触面の多い高力ボルト継手では、ボルト締め付け後の軸力の減少はかなり大きいと予測される。そこで、仮ボルトや本ボルトによる締め付け方法の違いによる軸力減少挙動の時間的な変化を調査するため、実橋を使ったボルトの軸力変化の計測、並びに本継手形式の耐力を確認するためにモデル供試体による、静的すべり試験を行ったので報告する。なお、締め付け後、1週間までの挙動については前回発表したが、本報告はその後の挙動と結果を発表する。

2. 実橋における軸力変化試験

〔1〕試験の概要 仮ボルトによる締め付け方法の違いが、ボルトの軸力減少にどう影響するかを調べるため、以下の項目について試験を行った。

- ・仮ボルトの締め付け軸力の効果(ケース1、2、3の比較)
- ・本ボルトの予備締め回数の効果(ケース3、5の比較)
- ・仮ボルトの本数による効果(ケース3、4の比較)

試験は図-2に示す仮置中の実橋の継手部材を用いて、表-1の5つのケースについて行った。

5ケースとも母材と添接板の摩擦面には、ジンクリッチペイントを均一(平均膜厚116 μ)に塗布し、99本のボルトのうち12本にひずみゲージを添付した。

〔2〕試験結果 ひずみゲージを添付した12本のボルトの平均軸力の変化を各ケースについて図-3に示す。ボルト軸力は締め付け後、約1時間で急激に減少した後、時間とともに減少を続ける。経過時間Tとボルトの締め付け軸力に対する測定値の比P(%)の関係は $P = a \log T + b$ (a、bは係数)で仮定し、最小自乗法を適用し係数a、bを求めた。ケース5についてa、bはそれぞれ-1.43と93.0%となり、相関係数rは0.99となった。他のケースについても係数aと相関係数rはこれらに近い値を示し、各ケースとも軸力の減少傾向はほぼ等しい。母材や添接板のなじみに起因するボルトの軸力減少のほとんどは、締め付け後、短期間(1時間程度)で収束し、それ以後は塗膜の圧縮変化とボルト自体のリラクセーションが要因で、軸力の減少が進むと考えられる。仮ボルトとして普通ボルトを使用したケース1と、高力ボルトをトルク法で締め付けたケース2の効果の違いは無かったが、高力ボルトを耐力点法で締め付けたケース3では、ケース1、2に比べ軸力の減少は1.4%少ない。また、本ボルトを2回予備締めする方法は、さらに1.1%軸力減少が少なくなる効果が確認できた。

3. 静的すべり試験

〔1〕試験の概要 静的すべり試験は図-4に示す供試体で行った。母材や添接板の摩擦面には防錆のために、無機ジンクリッチペイント(平均膜厚133 μ)を均一に塗布している。あらかじめ、ひずみゲージをボルト軸部に張り付けておき、すべり試験の直前に計測したボルト軸力と、すべり試験から得られたすべり荷重とからすべり係数を算出した。ボルトに軸力を導入して24時間後にすべり試験を行い、その結果については前回発表済であるが、今回、1年間室内保管した供試体ですべり試験を行った。

..(2).試験結果 静的すべり試験の結果を、表-2に示す。締め付け後24時間経過したすべり係数と1年経過後のすべり係数は、3体の供試体の平均で、それぞれ、0.691と0.695ですべり係数の時間的な変化は見られない。

4. あとがき

1週間までの軸力減少を前回報告したが、その後1.5年間、実橋のボルト軸力の計測を続けたが、ケース1~5の優劣には変化はなく、当初、本橋で採用した本締めを2回する方法が最も軸力減少が少ない工法であることがわかった。耐力については本橋の場合、締め付け後1.5年で13%の軸力減少が確認され、また、50年後では軸力減少が15%まで進むものと推定されるが、現在のところすべり係数は0.695あるため、設計耐力を十分確保でき安全性に問題ないと考えている。

表-1 軸力試験のケース

試験ケース	1	2	3	4	5	
比率(%)	30%	30%	30%	40%	30%	
仮ボルト	ボルトの種類	普通六角ボルト 4T	高力六角ボルト F10T	高力六角ボルト F10T	高力六角ボルト F10T	高力六角ボルト F10T
	締め付け方法	トルク法 60%	トルク法 80%	耐力点法 100%	耐力点法 100%	耐力点法 100%
本ボルト	ボルトの種類	TCボルト F10T	TCボルト F10T	TCボルト F10T	TCボルト F10T	TCボルト F10T
	予備締め回数	1回 80%	1回 80%	1回 80%	1回 80%	2回 60% 80%
計測期間	1週間	1年間	1年間	1年間	1年間	
備考	通常の施工方法	仮ボルトに高力ボルトを使用	仮ボルトに耐力点法で締め付け	仮ボルトの比率を40%にアップ	本ボルトの予備締めを2回に	

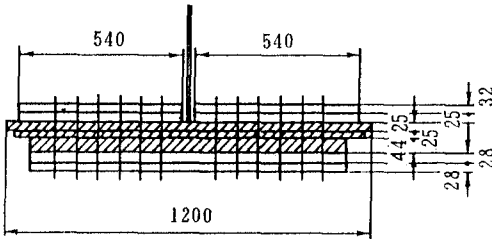


図-1 下フランジのボルト継手

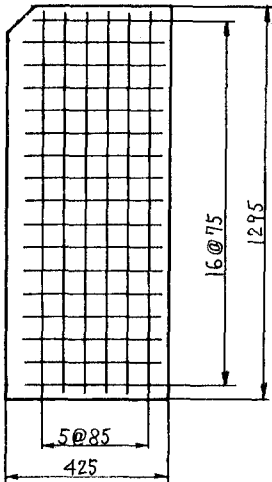


図-2 軸力試験の供試体

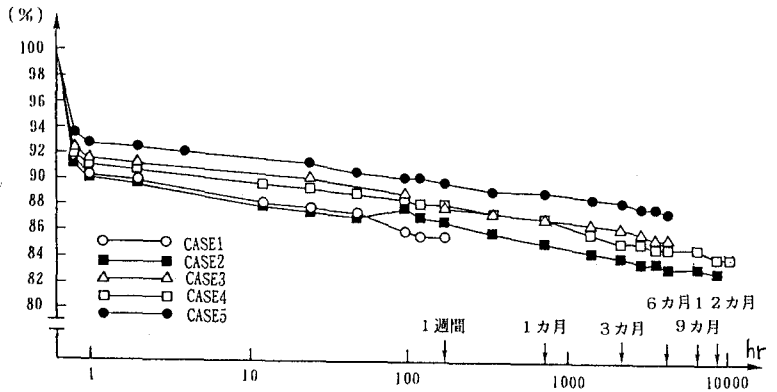


図-3 ボルト軸力の変化

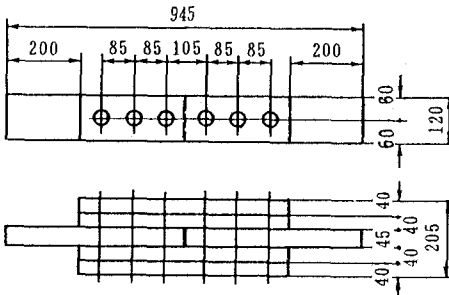


図-4 すべり試験の供試体

表-2 すべり係数

すべり試験までの保管時間	供試体 NO.	ボルトの軸力(ton)		すべり荷重 P (tonf)	すべり係数 $\mu = \frac{P}{N_2 \times 2 \times 3}$
		締め付け直後(N ₁)	すべり試験前(N ₂)		
24hr	A-1	27.9	26.2	115.2	0.732
	A-2	27.9	25.3	96.8	0.638
	A-3	26.4	23.7	99.8	0.702
1年	B-1	26.0	22.3	92.4	0.691
	B-2	26.5	22.4	94.0	0.699
	B-3	25.1	21.1	87.8	0.694