

ア、Cボルトの導入軸力の大きさとバラツキについて

神戸大学工学部 西村 昭

阪神高速道路公団 田井戸米好

株式会社山鉄工所佐伯 礼行

○ 同 上 穂積 重臣

同 上 小沢 健作

1. 緒論

著者らは、既に、現在わが国で用いられている各種の方法で、高力ボルトを締付けてその軸力の測定を行ない、各ボルト締付方法を相互に比較し、軸力のバラツキの性状を知り報告¹⁾した。最近摩擦接合用高力ボルトの一つとして、締付トルクとボルト尾部のねじりせん断強度を対応させて締付けする「ア、Cボルト」が開発された。本実験報告は工場仮組時の道路橋プレートガーダーの接合部を利用して、約140本のア、Cボルトを締付け、導入軸力とそのバラツキおよびテェットトルク値との相関を測定し、ア、Cボルト摩擦接合部の安全性の調査と、設計・施工の合理化のための資料を得ようとするものである。

2. 供試体

(1) 供試ボルトおよびひずみゲージ

供試ボルトは日鐵ボルテン株式製のア、Cボルトで、そのボルト、ナットおよび座金の形状、寸法は図-1に示すとおりである。また実験に使用したボルト、ナットおよび座金の機械的性質を表-1に示す。ボルト軸力の測定は、ボルト軸部に2枚貼布した抵抗線ひずみゲージのひずみ量を測定する方法で行なうことにし、ひずみゲージはK-10-A1(共和電業製)を、接着剤はPC-11(同)を用いて図-2に示す要領で貼布し、自然乾燥ののち、コーティング剤C-1/Aで防湿しておいた。

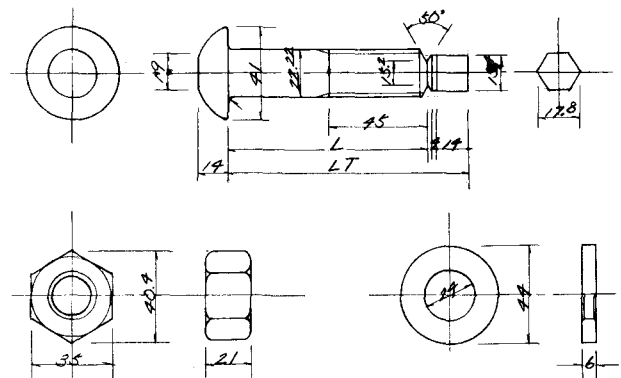


図-1 W³/8 ア、Cボルトの形状・寸法

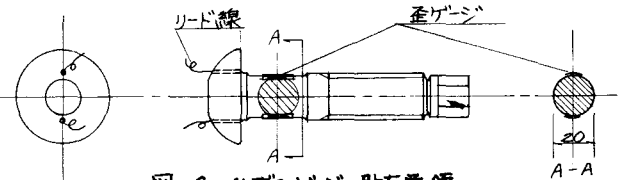


図-2 ひずみゲージの貼布要領

(2) ボルト軸力検定

ひずみゲージを貼布したボルトについての、軸力対ひずみ関係の検定は、締付けによるねじりの影響を考へて、ひずみゲージが貼布されたボルト全数をトルク試験機にかけ、試験機のロードセルによる軸力とひずみゲージによるひずみをX-Yレコーダによって記録し、供試ボルトそれぞれについて履歴検定曲線を求めた。検定曲線の不良なボルトは除外し、本実験には使用しなかった。

表-1 供試ボルトの機械的性質

本建築事務所発注の、橋長27m、3主桁並列形式の単純合成桁で、工場仮組時を選んでそのI型断面鋼桁の現場接合部を

等級	項目 試験路 サイズ	試験元の機械的性質試験					製品の機械的性質試験			荷付力試験	
		耐力	引張強さ	伸び	絞り	かたさ	引張強さ	硬さ位置	かたさ	σ	σ
		≥98%	≥110%	≥14%	≥35%	HRC 35~40	≥32.5°	ねじ部 35~40	t	t	
F11T	φ8×70	117	122	16	58	36	35.1	ねじ部	36	29.0	0.97
"	φ75	116	120	16	61	36	35.1	"	36	29.2	0.92
"	φ80	110	121	16	63	36	35.1	"	36	29.2	0.97
"	φ100	115	120	17	58	36	35.5	"	36	29.9	0.27
試料数		3					4			10	

用いて軸力測定を実施した。継手部の形、ボルト配置は図-3の通りである。また使用鋼板はすべてS45Cである。

3) 座金

等級	項目 サスペンション	カマド試験		保証荷重試験	
		カマド HRC 25~35	カマド HRC 35	保証荷重 32.5t	判定
F8T	7/8	103			良好
試料数		4		3	

等級	項目	かにさ試験
	サイズ規格	かにさ HRC 40~50
F40	7/8	45
試料数		4

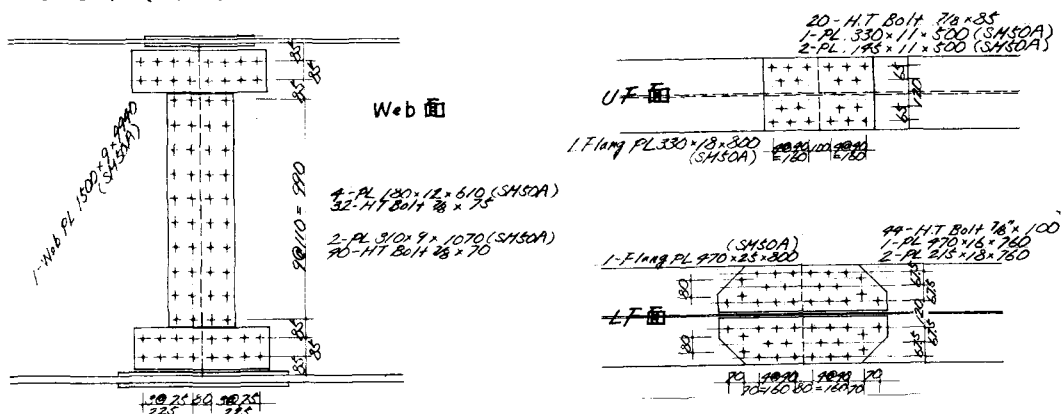


図-3 継手部の詳細

供試材は仮締めボルトおよび
リフトピンにて仮組したのち、
にCボルトを挿入し、手締め、
すみ値で 300×10^{-6} 程度、約
としたした。

手締め順序は各ブロッツとも、内から外への順序とし、仮締めボルトおよびドリフトピンはその締め順番がきたとき、はじめでT.Cボルトにとりかえて手締め

めした。ノブブロックの手締めが完了したのち、手締めの順序にしたがってA.Cレンテにより本締めを行なった。各ブロックの締め順序はUF、UM、S、LM、LFとした。締め順序、仮締めボルトおよび

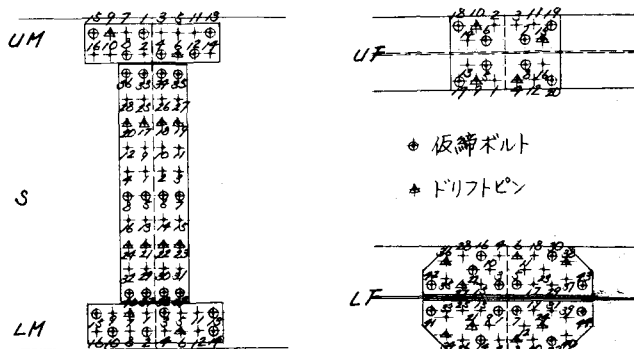


図-7 仮締ボルト・ドリフトピン位置と締付順序

ドリフトピンの位置を図-4に示す。

4. ボルト軸力およびテェットトルクの測定

(1) 測定時期

ボルト軸力の測定は各ボルトの締付け直後、ブロッツ毎のボルト締付け完了時および締付け後1日経過時の3回とし、テェットトルク値の測定については、第3回目の軸力測定完了後に行なった。

(2) 測定機器

供試材に締付けに用いたボルトの軸力測定には、トランジスタ式静的ひずみ測定器SM-60AT(共和電業製)とスリットスイッチボックスのS-R型(同)を使用した。テェットトルクの測定にはダイヤル式トルクメータ(最大トルク140 kg-m 東日製作所製)を用いた。

(3) ひずみ値から軸力への換算

測定されたひずみ値を、ボルトそれぞれの検定曲線により軸力に換算した。そのさい、検定曲線がマルチループを描いているものは、その中間を直線で補正し、その線上により軸力に換算した。

5. 実験結果

表-2は測定結果の一例として、UFの測定結果を示し、図-5はSの軸力測定値を正規確率紙にプロットしたものである。表-3は全測定値をとりまとめたものであり、図-6はボルト軸力とテェットトルクの相関関係を示すものである。図-6の相関係数は0.28である。

表-2 測定結果の一例

部材名	UF	ボルトサイズ	30×35		
締付順序	ボルトNO	締付直後の軸力 (t)	ブロッツ全締付完了時の軸力 (t)	締付け後1日経過時の軸力 (t)	テェットトルク kg-m
1	16	22.1	21.3	20.5	61
2	6	25.0	24.2	23.4	60
3	7	25.4	24.3	23.4	62
4	17	23.0	22.2	21.5	60
5	30	23.3	22.8	21.9	61
6	9	25.6	25.1	23.7	62
7	8	23.7	22.8	22.0	60
8	19	25.5	25.0	24.1	62
9	21	23.4	23.0	22.4	61
10	10	24.6	23.7	22.4	60
11	11	24.1	23.7	23.0	63
12	20	24.7	23.2	—	63
13	22	24.8	24.2	23.1	63
14	13	23.7	23.1	22.0	62
15	12	25.4	24.7	23.2	64
16	23	23.3	22.9	22.0	62
17	25	25.3	24.9	23.7	62
18	14	25.6	25.1	24.2	63
19	15	22.5	21.7	21.0	62
20	24	23.4	22.8	22.0	62
Σ		24.2	23.7	22.6	61.8
S		1.08	1.12	1.03	1.14
σ/Σ		4.5%	4.7%	4.5%	1.8%

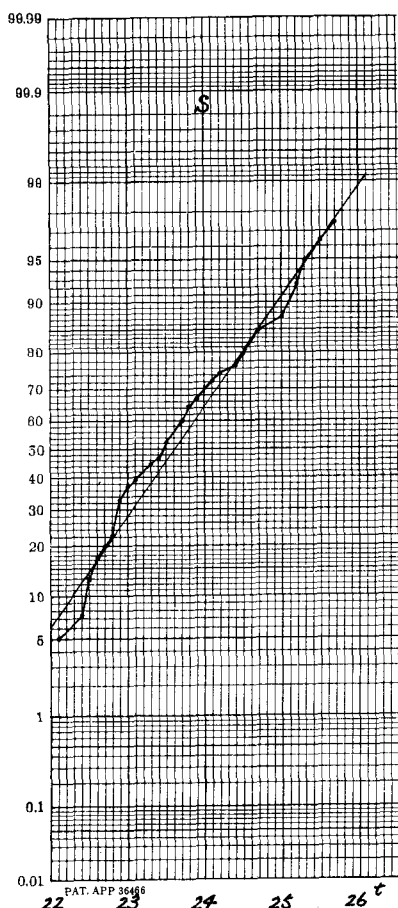


図-5 測定結果の一例

表-3 実験結果

部材名		締付直後の軸力 (t)	ブロッツ全日経過時の締付軸力 (t)	締付後1日経過時の軸力 (t)	テエツトルフ Kg-m
UF	$\bar{x}$	24.2	23.7	22.6	61.8
	σ	1.03	1.12	1.03	1.14
	$\sigma/\bar{x}$	4.5%	4.7%	4.5%	1.8%
UM	$\bar{x}$	24.1	23.7	22.4	59.4
	σ	1.05	1.01	1.03	0.7
	$\sigma/\bar{x}$	4.4%	4.3%	4.6%	1.2%
S	$\bar{x}$	23.6	22.9	22.1	60.7
	σ	1.02	1.01	0.94	1.66
	$\sigma/\bar{x}$	4.3%	4.4%	4.3%	2.7%
LM	$\bar{x}$	24.2	23.4	22.1	58.8
	σ	1.09	1.11	1.08	1.27
	$\sigma/\bar{x}$	4.5%	4.7%	4.9%	2.2%
LF	$\bar{x}$	24.4	23.9	22.3	66.6
	σ	0.79	0.83	0.82	2.88
	$\sigma/\bar{x}$	3.2%	3.5%	3.6%	4.5%

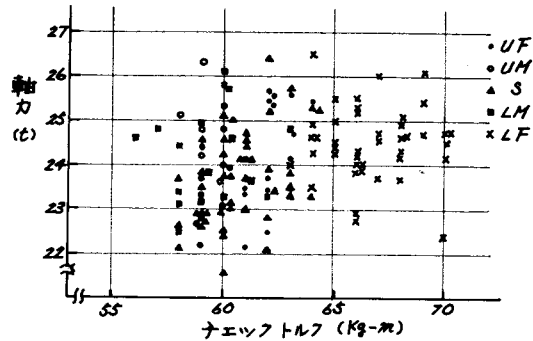


図-6 軸力-テエツトルフの相関関係

6 結果考察

(1) 軸力について

① 締付直後の平均値は、23.6～24.4tで標準締付力を満足しており、変動係数も5%以下である。締付けの方向性すなわちUF、LFは下向、UM・S・LMは横向、および締厚による差異についても比較的安定している。またボルトメーカーの試験表と比較してみると、平均値の変動はないが標準偏差の値が、約2倍大きくなっている。これは試料数の差、締付状況などから妥当な値であろう。

② リラフゼーションがほぼ安定する1日経過後の平均値は、22.1～22.8tで設計軸力を満足している。変動係数は5%以下であり、全試料を用いて計算してみると $\{22.4(\bar{x}) - 21.0(\text{設計軸力})\} \div 0.96(\sigma) = 1.47(K\sigma)$ となり、正規分布表より $\epsilon = 0.0708$ を得る。つまり設計軸力を下廻るものは7.1%となる。

(2) テエツトルフ値

導入された軸力とテエツトルフとの間には相関係数0.28程度の相関関係がある。ボルト長さによってテエツトルフ値に差が見られる。特にLFに使用された、長さ100mmのボルトでは、66.6 Kg-mと大きい値を示したが、これはトルクテエツのさい、ボルトにねじりが生ずるためと思われる。

7 結論

本実験結果より、A.Cボルトは摩擦結合用高力ボルトとして、十分な機能を発揮することがわかった。しかしながら、ナット表面処理油潤滑剤の性状が温度差によりかなり変化することを仄聞しており、ボルトメーカーのより一層の研究努力および施工者の締付前後のキャリブレーション管理の必要性を痛感するものである。

参考文献

- 1) 西村・田井戸・瀬良・穂積・三谷：現場締め高力ボルト軸力のばらつきについて、土木学会論文報告集、第180号、1970年8月