

I-284 スプリットティー形式の高力ボルト引張接合における疲労特性に関する研究

大阪大学 学生員 三木由充

大阪大学 正 員 堀川浩甫

1. まえがき

高力ボルト引張接合は、ボルトに強い締付け力を加えて接合材間に大きな圧縮力を生じさせ、ボルト軸方向に作用する引張外力がこれと打ち消し合う形で応力の伝達を行うものである。したがって、応力伝達に与する部分は広がりをもっているため、作用外力によるボルト軸力の変動が小さく、疲労にも強いといわれている。しかし道路橋示方書では引張接合について、許容応力度をはじめとして、それに関連する諸規定は示されていない。本研究は高力ボルト引張接合の最も基本的な形式であるスプリットティー形式の試験体で疲労試験を行ない、引張接合部の疲労特性に関する基礎資料を得ることを目的とした。

2. 試験概要

試験体の形状、寸法を図-1に示す。材質はSM490Aである。フランジ厚は、19mm、32mmのものを用意し、同厚のものをボルトでつなぎ、それぞれT19/19、T32/32とした。T32/32は1体であるが、T19/19は2体用意しT19/19-1、T19/19-2とした。ボルトはM16(F8T)を用い、2本を1組とし、セットとして整理した。ボルト軸部の応力の変化を見るために、ボルト軸部に対称点に1枚ずつ、つまりボルト1本につき2枚のひずみゲージを貼った。そして図-1に示すように、1枚はウェブにもっとも近いところ、1枚はもっとも遠くのところ貼付した。試験機は島津サーボパルサ疲労試験機2HF-XY20型(最大動的荷重能力20t)を用いて行なった。ボルトへの軸力導入はボルト軸部に貼ったゲージの出力を見ながら所定の軸力が導入されるまでトルクレンチにより締付けた。また疲労試験は、第1サイクルの荷重時の軸部応力の変化等のデータをとってから繰り返し荷重を行なった。

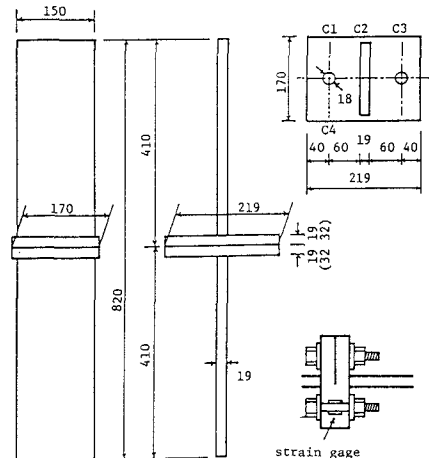


図-1 試験体

3. 試験結果および考察

疲労試験結果を表-1に示す。表中のボルト縁応力範囲というのは1本のボルトの軸に貼った2枚のゲージのうちの、ボルトの曲げによって引張力のかかる側、つまりウェブに近い側から求めた応力の範囲である。T19/19-2を用いた7-1、7-2は、ティーフランジにそりがあったため材間圧縮力がはたらかず、はじめから離間している状態であった。また7-3、9-3は400万回で破断しなかった。

疲労試験のS-N線図を図-2に示す。この図から許容応力範囲は $10\text{kg}/\text{mm}^2$ 程度と考えられる。つまり繰返し荷重のかかる箇所に引張接合を用いる場合、ボルトにかかる応力の範囲は $10\text{kg}/\text{mm}^2$ までにおさえることが必要である。

今回の疲労試験における離間以前のボルト応力範囲の最も大きなものは9-2の $3.83\text{kg}/\text{mm}^2$ であった。引張接合部が離間しなければ疲労破壊がおこる可能性は少ないようである。

軸力を導入したにもかかわらず、すぐに破断した7-1、7-2の原因について考えてみる。まえがきでも述べ

ように、引張接合は接合材間の圧縮力の減少によって引張力を伝達することを意図しているものであるから、接合面の密着が要求される。しかしスプリットティー部材は鋼板を溶接して製作することが多いので、その際の溶接ひずみによってティーフランジにそりが生じ、ボルトを締め付けても十分な密着が得られないことがある。T19/19-2の試験体は図-3のようにそりがあった。このNo.7-1の応力変化と、そのない、T19/19-1の試験体を締め付けたNo.7-3の応力変化を図-3に示す。なお導入軸力は7-1、7-3共に9.4tである。7-3は離間するまで応力がほとんど変化しないのに対し、7-1は外荷重の増加とともにボルトの応力が増加しているのがわかる。また外荷重変化0.5t $\leftrightarrow$ 5.5tの疲労試験では、7-3が400万回で破断しなかったのに対し7-1は33410回で破断している。このようなことから疲労破壊が問題となるような接合部分に引張接合を用いる場合、接合面には組立前から十分な密着が要求されることがわかる。

4. まとめ

本研究により得られた結果を以下に示す。

- ①引張接合におけるボルトの許容応力範囲は、10kg/mm²程度である。
- ②引張接合部が離間しなければ、ボルトの疲労破壊はおこる可能性が少ない。
- ③接合面には十分な密着が要求される。これが得られなければ、ボルトの疲労破壊を招く恐れがあるので注意が必要である。

[謝辞] 本研究を遂行するにあたり、御指導、御援助いただいた鈴木博之助手、中辻義弘技官をはじめ、大阪大学溶接工学研究所溶接構造体部門の皆様に対し、深く感謝いたします。また試験体の製作ほか実験の遂行にあたって多大な御協力を頂いた神戸山崎工所の藤平正一郎氏、西本哲也氏に心から謝意を表します。

表-1 疲労試験結果

スプリット ティー	No.	導入軸力 (t) *	外荷重変化 (t) *	離間荷重 (t) *	ボルト繰 応力範囲 (kg/mm ²)	破断回数
T19/19 -2	7-1	9.4	0.5 $\leftrightarrow$ 5.5		35.35	33410
	7-2	7.5	0.5 $\leftrightarrow$ 5.5		42.05	25050
T19/19 -1	7-3	9.4	0.5 $\leftrightarrow$ 5.5	4	8.82	4000000以上
	7-4	5.5	0.5 $\leftrightarrow$ 5.5	3.5	25.38	153820
	7-5	7.5	0.5 $\leftrightarrow$ 5.5	3.5	19.41	634920
	7-6	9.4	1 $\leftrightarrow$ 6	4	15.27	590540
	7-7	9.4	0.8 $\leftrightarrow$ 5.8	4	14.11	753850
	7-8	8.5	0.5 $\leftrightarrow$ 5.5	3.5	16.53	905780
	7-9	7.0	0.5 $\leftrightarrow$ 9.5	7	17.07	233850
T32/32	9-1	7.0	0.5 $\leftrightarrow$ 9	7	15.67	506040
	9-2	7.0	0.5 $\leftrightarrow$ 8.5	7	10.08	4000000以上
	9-3	7.0	0.5 $\leftrightarrow$ 8.5	7		

*値はボルト1本当たりのものである。

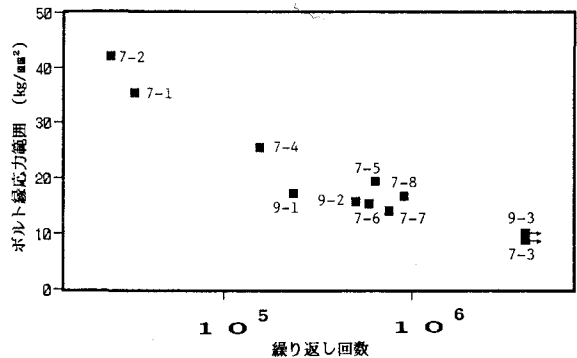


図-2 S-N 線図

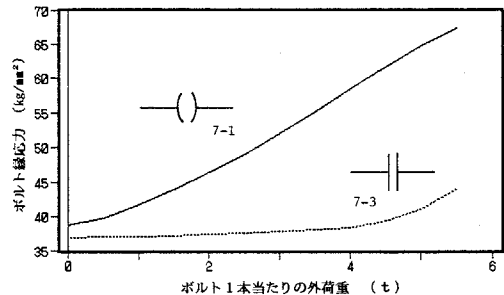


図-3 7-1、7-3のボルト繰応力の変化