

I-A 371 短縮め引張ボルト接合された吊り金具の吊り上げ実験

熊野高専 正会員 五十石 浩 片山スラテック 正会員 石原 靖弘
 三井造船 岩崎 俊夫 大阪長堀開発 正会員 亀井 正博
 近畿大学 正会員 谷平 勉

1. まえがき 鋼橋の運搬・仮設の場合等に、ブロックを吊り上げる際に用いる吊り金具は通常部材表面に溶接接合されることが多い。しかし鋼床版などの表面に溶接された場合、使用後、取り外す際の手間、舗装の均質性を損なうなどの不利があるとされている。そこで溶接による金具の接合に代わって高力ボルトを用いた引張接合が適用できれば非常に簡便経済的で有利な方法といえる。高力ボルト引張接合の鋼橋への利用はまだ緒に着いたばかりであり、本体に積極的に用いるためには今後の緻密な検討が必要であるが、まず仮設的な場面や、2次部材等から使用を進めていき、合理的な引張接合の活用が普及することが望まれる。本実験は、短縮め形式の引張ボルトによって設計された吊り金具を用いて、実物の鋼床版橋梁の一部小ブロックを吊り上げ、金具に作用する応力、ワイヤの張力の変動などを測定した。

2. 実験方法

実験に用いた吊り金具の形状は、Fig. 1に示すような通常のフック面とウェブ面が直交する短縮め形式引張接合継手（金具A）と、ワイヤの引っ張られる角度を考慮してウェブ面を斜めに溶接した継手（金具B）の二種類を用いた。吊り金具の部材応力の分布状態を知るために、図に併記した番号の点に3軸歪ゲージを貼付けた。また今回実験対象とした実物橋梁の一部はFig. 2のような小ブロック部材で、ワイヤ4系統（L1～L4）で直接吊った。ワイヤ張力を測定するために簡易ロードセルを取り付けた。各継手の接合に用いるボルトにはF10T（M22×80）を4本使用し各ボルト軸部に対称に2枚の単軸歪ゲージを貼り付け、初期導入軸力20.5tfで締め付けた。実験は以下に示す条件の下で、鋼床版の小ブロックを約2mまで吊り上げ、各ワイヤの張力、吊り金具各部の歪、ボルト軸力の測定を行った。

Case 1 : ワイヤロープ長さ一定

Case 2 : 鋼床版面レベル水平

Case 3 : 均等荷重（荷重が吊り金具に均等にかかるように吊る）

Case 4 : 3点吊り

Case 5 : 2点吊り

Case 6 : DeadWeight 1（約2tfのDeadWeightを置きCase1）

Case 7 : DeadWeight 2（同上Case 2）

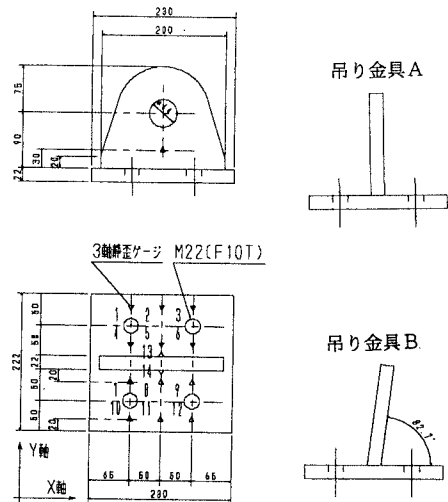


Fig.1 吊り金具の形状

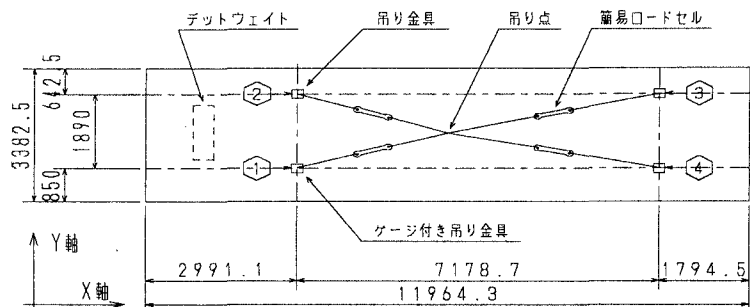


Fig.2 小ブロックのワイヤー配置

3. 実験結果と考察

3.1 各ワイヤーに掛かる力の偏差

金具Aを用いた場合の各ワイヤーに掛かる引張力をTable 1に示す。また小ブロックは20tfで、本実験では4系統で吊っていて1系統当りの分担は単純計算で5tfであるが、実際には0~2.7倍の値を示した。これはワイヤーの分担の偏りと傾きの不均一のためである。3点吊りは通常の4点吊りの状態から1本のワイヤーが事故等により切れた状態を想定したものであるが、ワイヤーの長さ等の条件により最悪の場合ほぼ2本吊りと同様になることがわかった。

Table 1 吊り金具Aのワイヤーロープに掛かる引張力 (tf)

	ワイヤー一定	レベル一定	均等荷重	3点吊り	2点吊り	デッドウエイト1	デッドウエイト2
L 1	5.2	7.5	7.1	11.0	13.4	7.0	13.4
L 2	8.0	5.6	6.3	2.6	0.3	7.9	1.2
L 3	2.1	3.8	5.7	10.6	11.0	3.3	9.4
L 4	9.5	7.8	6.1	0.8	0.6	8.4	2.2

Table 2 吊り金具Aに作用する分力 (tf)

	ワイヤー一定	レベル一定	均等荷重	3点吊り	2点吊り	デッドウエイト1	デッドウエイト2
X成分	2.7	3.5	3.5	5.3	6.8	3.6	5.8
Y成分	0.8	0.7	2.2	4.4	1.8	1.0	1.1
Z成分	4.4	6.5	6.2	9.6	11.3	6.0	11.8

3.2 吊り金具に作用する力の方向成分

吊り金具に作用する力のx, y, z軸方向分力をTable 1に示す。この表から力の大きさはz軸方向が一番大きく、続いてx軸方向y軸方向となっている。これは、吊り金具の一番弱いウェブ面外方向(y軸方向)には、最も小さい分力しか掛かっていないということを示す。均等荷重を除いては、ボルト軸方向(z軸方向)の分力に対してy軸方向の分力の割合は、全て20%以下にとどまっている。均等荷重の状態にすると小ブロックはy軸方向に傾く。そして、この傾きが吊り金具に掛かるy軸方向の分力を大きくしている。実験Aの均等荷重の状態では、z軸方向の分力(6.17tf)に対してy軸方向の分力(2.18tf)の割合は35%になった。x軸方向分力はz軸分力に対し概ね50~60%であった。

3.3 吊り金具のひずみ

吊り金具の歪を「橋梁用高力ボルト引張接合設計指針(案)」に基づいた設計から算出した。歪ゲージ4~9番の実測値と設計により計算した値(設計値)の関係をFig. 3に示す。この表から実験Aの3点吊り状態での歪ゲージ7では、設計値210 μ に対して実測値419 μ と2倍にもなった。歪ゲージ4~6番では負の値を示した。便宜的に各ゲージの平均値を計算し設計値に対する比を求めると42%~48%といった安定した値になった。x軸、y軸方向の力は吊り金具に曲げとして作用しひずみに非常に大きな影響を与えていたことが測定値の非対称性からわかる。

4. まとめ

今回の実験によると、吊り金具のひずみはボルト軸方向(z軸方向)の力以外にも、x、y軸の力の影響が非常に大きいことがわかった。このことはボルト軸方向の引張力のみが作用する部材の設計を前提としている同設計指針では、本実験のように部材にボルト軸方向以外にも力が作用する部材の設計には不適当であることを示唆している。ボルト締め付け力に対してボルト軸方向作用力は十分に小さくボルト軸力の変化は認められなかった。また実験Aと実験Bとの比較から吊り金具のウェブを傾けることは、設計上有利になることもわかった。今後吊り金具単体の実験を行い具体的な設計法の提案をしたい。

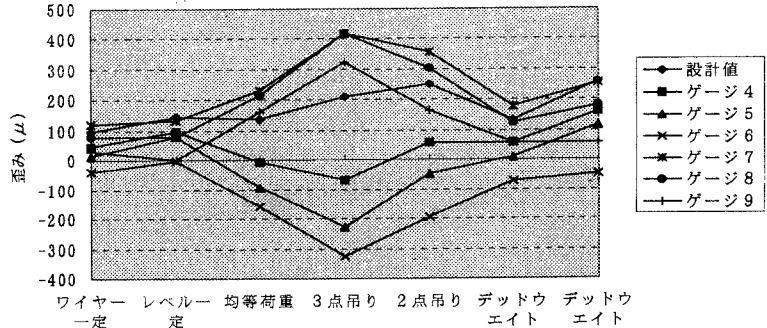


Fig. 3 吊り金具Aのひずみ