

I-A 352 地震力を受けた高力ボルト摩擦接合継手の特性

片山ストラック 正員 山口史夫 正員 石原靖弘 正員 夏秋義広
同 上 正員 寺田能通 松尾 昇

1. まえがき

1995年兵庫県南部地震では、多数の構造物に大小様々な被害が生じたことは周知の通りである。特に、高速道路や鉄道の高架橋の鋼構造物においても種々の被害が生じた。当社が復旧作業を担当した神戸新交通駅の鋼製橋脚についても、柱および梁の高力ボルト継手部ですべりによりペンキが剥がれている部分が数カ所見つかった。

これまで地震力を受けた高力ボルト摩擦接合継手の特性について報告された事例はほとんどない。従って本研究では、すべりが生じた高力ボルト継手の耐力特性を明確にするため、現地の高力ボルトを抜き取り調査し、残存軸力を測定した。さらに、繰り返しすべり試験を行い、すべり係数を推定した。

2. ボルト軸力の調査

(1) 調査箇所：被災した継手は数カ所あったが、全数のボルトを調査することは困難であるため、目視により被害の大きそうな継手を2箇所選定した。図-1に調査箇所を示す。

(2) 調査方法：ボルト軸力は、頭部ひずみゲージ法により、以下の手順で測定を行った。①ボルト頭部頂点付近をグラインダーで研磨する。②シンナーで洗浄後、クロスゲージ(2mm)を貼付し、保護用コーティングテープを貼る。③ひずみ測定器に接続し0点調整後、ボルトを抜き取り、その時のひずみを測定記録する。④抜き取ったボルトを試験室に持ち帰り、特殊な治具を用いてボルトの引張試験を行う。⑤現地で測定されたひずみ量が生じた時の荷重を残存ボルト軸力とする。

(3) 調査結果：調査結果を表-1に示す。

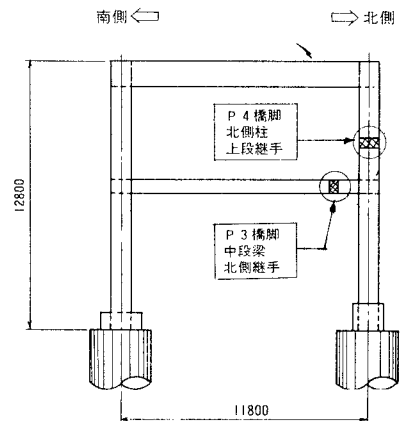


図-1 調査箇所

表-1 ボルト軸力測定結果

測定箇所	ボルトサイズ	測定本数	ひずみ量($\epsilon \times 10^6$)		軸力(tf)	
			平均値	変動係数%	平均値	変動係数%
P4橋脚フランジ	M22×65	10	1377	6.0	14.3	5.1
P3中段梁下フランジ	M22×75	6	1543	12.5	17.8	14.4
P3中段梁ウェブ	M22×70	6	1633	7.1	17.8	10.1

3. 繰り返しすべり試験

(1) 試験概要

継手がすべると摩擦面が変化し、すべり係数が変化すると考えられる。したがって、短冊型供試体を用いて繰り返しすべり試験を行い、すべり係数の変化を調査することにした。

(2) 供試体の形状

すべり試験供試体の形状寸法を図-2に示す。母材および添接板に用いた鋼板の材質はSM490A、板厚はそれぞれ21mm、12mmである。すべり面はショッ

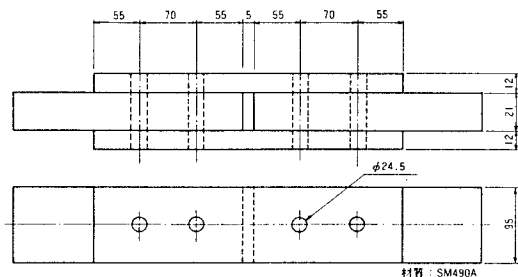


図-2 すべり試験体の形状寸法

トブラスト(50S)施工後、実物と同様に赤錆が生じた状態とした。なお、供試体は3体用意した。

供試体の設計すべり耐力 P_v は32.6tf、母材の孔引きを考慮した公称降伏耐力 P_v は、47.0tfである。

(3) 試験方法

ボルトの締め付けは、予備締め（標準軸力の60%）を行い、その後チップ破断まで締め付けた。この時、ボルト軸部および頭部に貼付したひずみゲージにより軸力を計測、管理した。

供試体を200tf万能試験機にセットし、5tfピッチで荷重を漸増させ、主すべりが生じるまで載荷するとともに、この時の載荷荷重ならびにボルト軸力を計測した。

主すべり発生後、一旦、供試体を試験機から外し、すべり面を観察した。その後、再び供試体を組み立てて再度標準軸力まで締め付け、同様なすべり試験を繰り返した。

すべり試験終了後、摩擦面の表面粗さも測定した。

(4) 試験結果

すべり試験の結果を表-2に示す。すべり係数は、すべり荷重を締め付け直後のボルト軸力および摩擦面で除して求めた。

表-2 すべり試験結果

回 数	試験体 No.	ボルト軸力 (tf)			すべり荷重 (tf)	すべり係数 μ	すべり係数 低下率(%)
		締め直後	すべり後	低下率(%)			
1回目	1-1	46.1	42.1	8.7	60.8	0.651	——
	2-1	45.5	41.5	8.8	52.0	0.571	——
	3-1	45.5	41.1	9.7	59.0	0.648	——
	平均	——	——	9.1	57.0	0.623	——
2回目	1-2	46.1	44.8	2.8	51.0	0.553	15.1
	2-2	45.9	44.1	3.9	41.0	0.447	21.7
	3-2	45.2	43.2	4.4	46.1	0.510	25.6
	平均	——	——	3.7	46.0	0.503	23.8

4. まとめ

上記の結果から次のことが明確になった。①高力ボルト摩擦接合のすべり耐力はボルト軸力とすべり係数の積で表されるが、本橋脚継手部の耐力はかなり低下していることがわかった。②現地測定したボルト軸力の平均値は、設計値より10~30%程度低下しており、最小値は12.8tf、最大値は21.4tfであった。③すべり係数については、当初の値より低下はしているが、設計値程度は確保されているものと考えられる。④すべり耐力については、すべり係数が低下しているもののナット回転角法により追締めすればボルト軸力の平均値がかなり大きくなるため、当初の耐力は確保できるものと考えられる。

5. あとがき

兵庫県南部地震により被災した鋼製橋脚の高力ボルト摩擦接合継手のすべり耐力を評価するため、残存ボルト軸力を調査するとともに、繰り返しすべり試験を行ってすべり係数の変化を調べた。その結果、継手部の耐力特性が明らかになった。また、これらの結果を基に継手部の補修方法も検討を行った。詳細については講演会当日発表する予定である。

最後に、本復旧工事に際しては西日本旅客鉄道(株)、(財)鉄道総合技術研究所、三井建設(株)のご指導を受け、また、ボルト軸力の測定ならびにすべり試験では日鐵ボルテン(株)のご協力をいただきました。ご指導、ご協力いただきました関係各位には記して深謝の意を表します。