

I-A150

フィラープレートを介在する支圧接合ボルト継手の実験的研究

東京電力(株) 送変電建設本部 本郷榮次郎*1

日本電炉(株) 正会員 塩出 基夫*2

日本電炉(株) 正会員 ○鈴木 慎一*2

1. はじめに

送電用鉄塔には、ボルトのネジ部をせん断面とした支圧接合が採用されている。送電用鉄塔の設計標準である電気学会の『送電用支持物設計標準』には、フィラープレート(以下、フィラーと称す)を介在する2面せん断の支圧接合においてフィラー厚さが6mmを超える場合、フィラーに余長部を設け、ボルトを追加することが規定されている。一方、日本道路橋協会の『道路橋示方書』にも同様のことが規定されている。しかし、フィラーの厚さと継手強度の関係やネジ部をせん断面とした支圧接合ボルト継手に関する研究が少なく、上記の規定の根拠が明確でない。そこで、この継手部の実験を行い、上記規定の妥当性を確認した。

2. 試験体と試験方法

図1に試験体の概要図と試験体名を示す。試験体はボルトのせん断面に注目して、フィラーの厚みとボルトの差し込み方向を変えたものを用いる。使用するフィラー厚は6mmと14mmとし、14mmの試験体には余長部が有り/無しの2種類を用意する。さらに参考のため、フィラーが介在しない試験体も用意する。ボルトの差し込み方向はフィラー側せん断面がネジ部となるもの、逆の母材側せん断面がネジ部となるもの、両せん断面とも軸部となるものの3種類とする。

試験方法は引張載荷試験機による破壊までのせん断試験とし、破壊強度と、スプライスプレートの荷重-ひずみ関係を測定する。

3. 試験結果

(1) 継手部の破壊強度

図1の各試験体に関し、実験による継手部の破壊強度と、フィラーを考慮しない場合のボルトの規格強度および単純せん断試験からのボルトの想定強度とを比較した結果を表1に示す。

全ての試験体は、実験値が規格強度を上回っている。

単純せん断試験からの想定強度に対しても、板厚差が無くフィラーを介在しない片側ネジ部せん断の試験体A0の場合、およびフィラー側がネジ部せん断となる場合は、実験値が上回っている。

一方、母材側がネジ部せん断あるいは両側とも軸部せん断の場合は、単純せん断試験からの想定強度に対して、実験値が下回っている。この想定強度と実験値の差は、フィラーの厚さが増すほど大きくなる。これは、両せん断面における応力分担の不均衡によるもので、フィラーの厚さに起因して厚みが増すほど母材側のせん断面の応力分担が増加するものと考えられる。特に、試験体C14は、フィラーが14mmで厚い上に、応力分担の大きい母材側のせん断面がネジ部となっているため、ボルトの破壊強度の低下が著しく、単純せん断試験からの想定強度の86%しかない。

また、フィラーに余長部を設け、ボルトを追加した試験体B14、D14およびF14では、この補強に見合う顕著な強度増加は認められない。

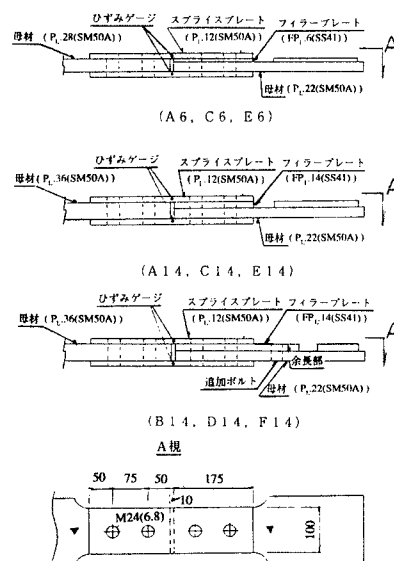


図1 試験体の概要図

ボルト種類	フィラープレート無 ネジ部せん断面	母材側 ネジ部せん断面	両面軸部せん断面
試験体名	A0	—	E0
	A6	C6	E6
	A14	C14	E14
	B14	D14	F14
参考図			

支圧接合, フィラープレート, 送電用鉄塔 連絡先 *1: 東京都千代田区内幸町1丁目1番3号 TEL 03-3501-8111

*2: 大阪市東成区深江北2丁目11番17号 TEL 06-976-1161

表1 ボルトの破壊強度の比較

試 験 体	規格強度 (t)	単せん断試験からの		実験による 破壊強度 (t)	実験値 (C)		破断部
		(A)	想定強度 (t) (B)		規格値 (A)	想定値 (B)	
フィラープレート側 ネジ部せん断の場合 (図2参照)	A0 (板厚差 0mm)	50.41	58.74	62.54	1.24	1.06	ボルトねじ部せん断
	A6 (板厚差 6mm)	50.41	58.74	61.19	1.21	1.04	ボルトねじ部せん断
	A14 (板厚差 14mm)	50.41	58.74	64.93	1.29	1.11	ボルトねじ部せん断
	B14 (板厚差 14mm)	50.41	58.74	64.02	1.27	1.09	ボルトねじ部せん断
母材側ネジ部せん断 の場合 (図3参照)	C6 (板厚差 6mm)	50.41	58.74	58.12	1.15	0.99	ボルトねじ部せん断
	C14 (板厚差 14mm)	50.41	58.74	50.81	1.01	0.86	ボルトねじ部せん断
	D14 (板厚差 14mm)	50.41	58.74	53.06	1.05	0.90	ボルトねじ部せん断
両側軸部せん断 の場合 (図4参照)	E0 (板厚差 0mm)	64.55	80.46	80.12	1.24	1.00	ボルト 軸部せん断
	E6 (板厚差 6mm)	64.55	80.46	78.04	1.21	0.97	ボルト 軸部せん断 (母材側)
	F14 (板厚差 14mm)	64.55	80.46	74.31	1.15	0.92	ボルト 軸部せん断 (母材側)
	F14 (板厚差 14mm)	64.55	80.46	76.02	1.18	0.94	ボルト 軸部せん断 (母材側)

(2) 荷重－ひずみ関係 (14mm のフィラーが介在する試験体)

図2～4は試験体に取り付けた2枚のスプライスプレートの分担状況を示した荷重－ひずみ曲線である。

フィラー側ネジ部せん断 (図2) の場合は軸部せん断側の応力分担がネジ部せん断側に比べ著しく大きい。一方、母材側ネジ部せん断 (図3) の場合は加力点に近いせん断面が剛性の低いネジ部であることから加力点に遠くても剛性のある軸部の方へ力が配分されて両スプライスプレートの応力分担は均衡している。両側軸部せん断 (図4) の場合は、破壊強度レベルでは、フィラーを介在しない方のせん断面の応力分担が若干大きい。降伏点強度レベル (43.39t) では差異がなく均衡している。

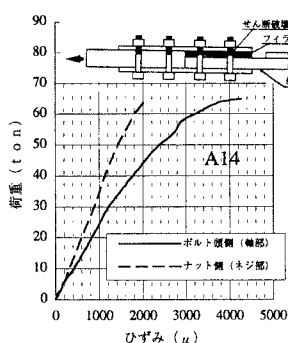


図2 荷重－ひずみ関係
(フィラープレート側ネジ部せん断)

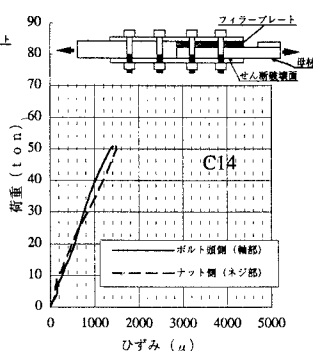


図3 荷重－ひずみ関係
(母材側ネジ部せん断)

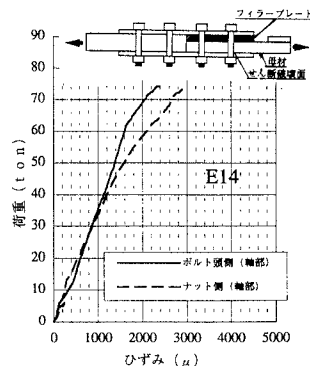


図4 荷重－ひずみ関係
(両側軸部せん断)

4. まとめ

- 1) ネジ部がせん断面になる支圧接合では、ボルトの差し込み方向によって継手強度が変わり、母材側がネジ部となる方向 (図3) では、継手強度が低下する。その低下の度合は、フィラー厚さが 6mm の場合は無視できる範囲であるが、14mm の場合は単純せん断試験による想定強度の 86% しかない。
- 2) フィラーに余長部を設けてボルトを追加しても、強度低下の補強効果はあまり期待できない。
- 3) 軸部せん断ボルトにした場合は、ボルトの差し込み方向は無関係となり、フィラー厚さが 14mm の場合でも継手部の強度低下は少なく、設計強度 (σ_y) レベルでは補強の必要はない。

【参考文献】『道路橋示方書・同解説』，社団法人日本道路協会，平成8年12月

『送電用支持物設計標準』，電気学会，1979年