

支圧接合の許容応力度について

神戸大学 正 西村 昭
広島工業大学 正 ○ 皆田 理

1. まえがき 支圧継手において、ファスナー（ボルト、リベットなど）が受ける応力状態は非常に複雑であり、ファスナーのせん断強さ、支圧強さは鋼板とファスナーのそれぞれの強度の相対的關係によって変化することが考えられる。現在の道路橋示方書（昭和47年）では、支圧接合高力ボルトの許容支圧応力度を、ボルト強度にかかわらず鋼板強度ごとに与えているが、この点に関しては、実験資料の集積のもとに、再検討の必要があるように思われる。本研究においてはSS41からHT80に至る4強度レベルの接合板と、各強度レベルのリベット、あるいはボルトとを組合せた継手供試体について静的引張試験を行ない、リベット継手、および高力ボルト継手の許容支圧応力度を合理的に選定することを試みた。

2 供試体 (図-1) 供試体の表面はサンドブラストをかり、錆のない状態で試験した。使用した鋼板 (表-2) ファスナー (表-3)、およびこれらの組合せを表-1に示す。ボルト継手におけるボルト軸力目標値はB8Tで13.3t、B11Tで17.4tであり、軸力導入はトルク法により締付けを行なった。

3 試験方法 載荷は残留変形を求めため、最小荷重0.5tの静的繰返しとし、主板と添接板の間のズレ量は、供試体の左右両側のダイヤルゲージにより測定した。

4 試験結果および考察

4.1 ファスナーの強度比 試験結果など (2個の試験値の平均値) を求め表-4に示す。これらのなかでSV34とHT80、SM58およびSV41とHT80を組合せたもの、B8T、およびB11TとSS41を組合せたものの5種類の継手は、その他の継手の実験終了後、新たに供試体を作製し、追加試験により得たものであるため、ファスナー強度に相違があることも考えられるが、このような事実を含めて、各継手のファスナーの強度比 σ_b/σ_s の値は、リベット継手においては鋼板強度の上界にとりなっており、明らかに低下がみられるが、ボルト継手においてはほぼ一定である。

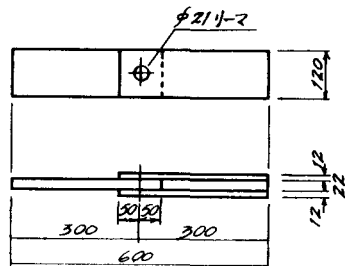


図-1 供試体の形状
表-1 供試体記号

鋼板	SV34	SV41	B8T	B11T
SS41	1R34-41	1R41-41	1B3-41	1B11-41
SM50A	1R34-50	1R41-50	1B8-50	1B11-50
SM58	1R34-58	1R41-58	1B8-58	1B11-58
HT80	1R34-80	1R41-80	1B8-80	1B11-80

表-2 鋼板の機械的性質

鋼板	板厚 (mm)	降伏点 (kg/mm ²)	引張強さ (kg/mm ²)	伸び (%)
SS41	12.0 22.0	25.0 24.0	43.0 44.0	29.0 29.0
SM50A	12.0 22.0	36.0 38.0	54.0 56.0	23.0 21.0
SM58	12.0 22.0	62.0 58.0	67.0 65.0	31.0 26.0
HT80	12.0 22.0	80.0 82.0	87.0 90.0	27.0 23.0

表-3 ファスナーの機械的性質

ファスナー	降伏点 (kg/mm ²)	引張強さ (kg/mm ²)	伸び (%)	繰り (%)
SV34	27.0	39.0	36.0	
SV41	31.0	49.0		
B8T	76.3	93.7	22.6	65.0
B11T	113.9	119.3	17.7	65.0

4.2 許容支圧

応力度の検討 荷重

-残留変形曲線図 (

図-2) かうゆか

ように, リベット継

ぎにおいては比較的

低荷重域でのバラツ

キがめだつ, この領

域以上の荷重では同

一ファスナーであつても, 板強度によつて変形に差が

あり, また同一板強度の場合にもファスナー強度によ

つて変形に相違がみられる。また支圧接合の許容応力

度を選定するための基本荷重としては, 荷重変形曲線

の勾配の急変する点の荷重を取ることが考えられるが,

ここでは立上りの直線部の終端付近, および塑性流動の始まる付近の荷重を考え, 残留変

形が 0.05 mm , および 0.5 mm のオフセット荷重 ($P_{0.05}$, $P_{0.5}$ と略記) を取るものとする。

表-5にそれらの値と, 現行示方書による継ぎ各部の許容応力を示す。なお, 引張許

容応力については十分に大きいのでここでは,

考慮しない。表中① で囲んだものは $P_{0.05}$

$> P_{0.5} > P_{Ba} > P_{Ba}$, ② で囲んだものは $P_{0.05}$

$> P_{Ba} > P_{Ba}$; $P_{Ba} > P_{0.05} > P_{Ba}$, ③ で囲んだ

ものは $P_{0.05} \approx P_{Ba} > P_{Ba}$; $P_{Ba} > P_{Ba} > P_{0.05}$ である。こ

れらのことから, リベット継ぎでは1以上の

安全率になるのは $P_{0.05}$ の場合であり, $P_{0.05}$ では

P_{Ba} をかなり下回る。リベット継ぎに関する長

年の使用経験では, 現行の許容応力度体系で

実用上の支障がないことを考えると, $P_{0.05}$ を許

容応力度選定のための基本荷重とすることが

合理的であらう。この考え方を高カホルト支

圧接合に適用して, 同じく $P_{0.05}$ を取るならば,

現在規定してゐる許容支圧応力, あるのは許

容せん断応力に対してかなり大きい安全率が

確保されることになりかかる。同時に図-2のよ

うな曲線のバラツキがリベット継ぎの場合より

少ないことは, 継ぎの信頼性がかかり高い

ことを示してゐる。また $P_{0.05}$ を基本荷重とする場合には, $SM58$ を使用した継ぎは P_{Ba} より

も小さくなるが, $SS41$, $SM50A$ を使用した継ぎに対しては1以上の安全率が確

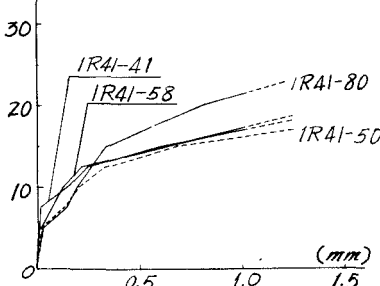


図-2 荷重-残留変形曲線図

表-4 試験結果

供試体	破断荷重 $P(t)$	破断応力 σ_b (kg/mm^2)	σ_b/σ_s
1R34-41	22.90	33.07	0.837
1R34-50	22.35	32.28	0.817
1R34-58	24.00	34.66	0.878
1R34-80	23.85	34.45	0.872
1R41-41	24.37	35.20	0.718
1R41-50	23.43	33.83	0.691
1R41-58	22.50	32.49	0.663
1R41-80	29.65	42.82	0.874
1B 8-41	44.25	63.91	0.682
1B 8-50	33.77	56.01	0.598
1B 8-58	38.50	55.61	0.598
1B 8-80	38.40	55.47	0.592
1B11-41	56.00	80.83	0.678
1B11-50	47.77	69.01	0.578
1B11-58	43.55	70.12	0.588
1B11-80	48.93	70.66	0.592

表-5 0.05, 0.5 mm オフセット荷重

ファスナー 鋼板	基本荷重 許容応力	SV34	SV41	B8T	B11T
SS41	$P_{0.05}$	17.51	18.13	13.75	19.13
	$P_{0.5}$	13.13	14.13	22.50	29.50
	P_{Ba}	11.10	11.10	11.10	11.10
	P_{Ba}	7.63	10.40	10.40	13.90
SM50A	$P_{0.05}$	6.50	13.13	16.13	19.00
	$P_{0.5}$	13.03	14.75	27.38	28.75
	P_{Ba}	—	14.80	14.80	14.80
	P_{Ba}	7.63	10.40	10.40	13.90
SM58	$P_{0.05}$	6.00	7.13	16.00	17.00
	$P_{0.5}$	13.13	14.13	30.13	38.63
	P_{Ba}	—	14.80	21.30	21.30
	P_{Ba}	7.63	10.40	10.40	13.90
HT50	$P_{0.05}$	5.80	5.75	16.13	15.00
	$P_{0.5}$	14.88	17.00	33.00	36.75
	P_{Ba}	—	—	—	—
	P_{Ba}	7.63	10.40	10.40	13.90

注 1 $P_{0.05}$; 0.05 mm オフセット荷重
 $P_{0.5}$; 0.5 mm オフセット荷重
 P_{Ba} ; 許容支圧応力 (t)
 P_{Ba} ; 許容せん断応力 (t)

保これよう。図-2、図-3は $P_{0.05}$ 、 $P_{0.5}$ と継ぎのフラスナー、および鋼板強度との関係を示したもので、図-2からは荷重の小さい範囲においては、継ぎの製作誤差によるオフセット荷重のバラツキが生じやすいことを示している。図-3よりSV34、SV41を使用した継ぎは両者とも鋼板強度によるオフセット荷重の変化は認められない。ボルト継ぎにおいては、SS41、SM50AにB8T、B11Tを組合せたもの、SM58、HT80にB8T、B11Tを組合せた組手はそれぞれ同等と考えられる。これらに基づいて各同等のものごとに平均値を取ってまとめると表-6のようである。表-6には現行示方書による許容支圧応力と安全率を同時に記入した。これより明らかなように、リベット継ぎに比べてボルト継ぎの安全率ははるかに高い値となっていることを新たに確認することができる。表-6 基本荷重 (単位 t)

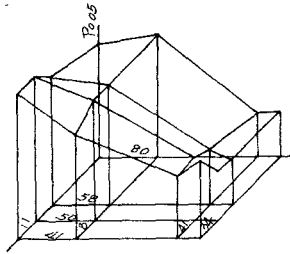


図-2 ファスター強度、鋼板強度、 0.05mm オフセット荷重の関係

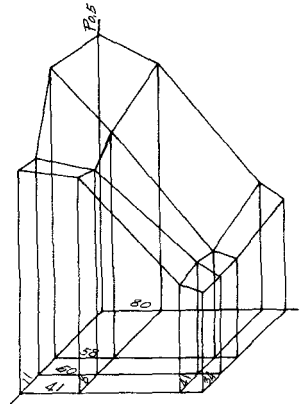


図-3 ファスター強度、鋼板強度、 0.5mm オフセット荷重の関係

鋼板	SV34			SV34			B8T			B11T		
	基本荷重 (t)	許容支 圧応力 (t)	安全率	基本荷重 (t)	許容支 圧応力 (t)	安全率	基本荷重 (t)	許容支 圧応力 (t)	安全率	基本荷重 (t)	許容支 圧応力 (t)	安全率
SS41	13.54	11.1	1.22	15.00	11.1	1.35	27.94	11.1	2.51	29.01	11.1	2.61
SM50A		—	—		14.8	1.01	31.56	14.8	1.48	37.67	14.8	1.96
SM58		—	—		14.8	1.01		21.3	1.48		21.3	1.76
HT80		—	—		—	—	—	—	—	—	—	—

5 むすび 本研
究から得られる結論
のうち、主なものを
掲げると次のよう
である。① リベット
継ぎの荷重-残留変
形曲線は低荷重域に

おいて不整がみられるが、ボルト継ぎにおいてはリベット継ぎほど大きくない。② リベット継ぎにおいて、ファスナーの引張りせん断比は鋼板強度が上昇すると明瞭な低下を示すが、ボルト継ぎにおいてはほぼ一定と考えてよい。③ 支圧接合での許容支圧応力度選定のための基本荷重としては、リベット接合と同様の取扱うべきとするでは、残留変形 0.5mm のオフセット荷重を取ればよい。④ リベット継ぎの推定許容応力として、SV34、SV41を用いた場合、鋼板強度による差を設ける必要はないようである。また、ボルト継ぎの推定許容応力としては、B8T、B11Tとも鋼板がSS41、SM50Aの両者と、SM58、HT80の両者とでは、それぞれ同等に取扱ってよい。

以上のように許容支圧応力度に関する一般的な傾向が明らかとなったが、さらに許容支圧応力度を決定するためには、支圧応力とファスナーせん断応力の値を変化させて、より広範な継ぎ試験を行なう必要がある。