

支圧接合用高力ボルトの剪断強度に関する研究

京都大学工学部 正 員 小西一郎
京都大学大学院 学生員 〇竹村勝之

支圧型高力ボルト接合を設計する際、重要な問題となる母材とボルトとの最適引張-剪断比を知る為、支圧型打込ボルトを用いた継手の引張試験を行なった。

供試体及び試験方法

使用ボルトの材質はQT、公称径 $\varphi 78$ 、リブを含めた外径は23.8mmである。鋼板はSM50Aである。von Misesの降伏条件を破壊まで拡張して、近似的なBalanced Designの引張-剪断比を求めると、

$$50 : 90 \times \frac{1}{\sqrt{3}} = 1 : 1.039$$

となる。ボルトの剪断強度を、それより大きめと仮定して、表-1に示すように、引張-剪断比1:1.10, 1:1.25, 1:1.40の3種の供試体について剪断試験を行なった。各Typeについて3本、うち1本はボルトの初期張力の剪断強度に及ぼす影響を知るため締付力を0とした。従って、供試体は計9本となる。また同時に、継手の荷重-変形の関係にダイアルゲージを使用して測定した。

試験結果とその考察

試験結果を表2に取りまとめて示す。結果は、3種のTypeともに、ボルトの剪断破壊は起こらなかった。Type Aは、すべて 板の純断面において引張破壊をおこした。この内、

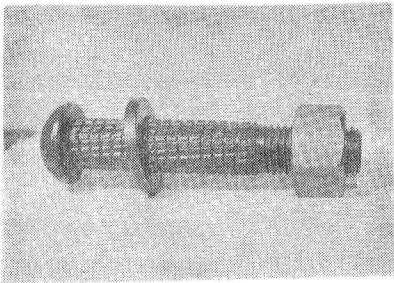
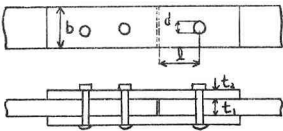


表-1 供試体寸法

Type	$b_{(mm)}$	$d_{(mm)}$	$t_1_{(mm)}$	$t_2_{(mm)}$	$l_{(mm)}$	$A_n(cm^2)$	$A_s(cm^2)$	引張-剪断比
A	76.8	23.5	16	8	60	8.53	7.76	1:1.10
B	84	23.5	16	8	60	9.68	7.76	1:1.25
C	91.4	23.5	16	8	60	10.86	7.76	1:1.40



A_s = ボルト剪断面積
 A_n = 母材純断面積
 A_e = 端めけ剪断面積
 A_c = 支圧面積

表-2 試験結果

Type	供試体	$A_n(cm^2)$	$A_s(cm^2)$	$A_e(cm^2)$	$A_c(cm^2)$	A_n/A_s	A_e/A_n	導入軸力(t)	破壊荷重(t)	破壊形式
A	A-1	8.53	7.76	19.2	3.76	1.10	2.25	17.0	45.5	2本ボルト添接板純断面
	A-2							17.0	47.2	主板純断面
	A-3							0	45.9	添接板純断面
B	B-1	9.68	7.76	19.2	3.76	1.25	1.98	17.0	51.3	端めけ
	B-2							17.0	51.0	端めけ
	B-3							0	49.0	端めけ
C	C-1	10.86	7.76	19.2	3.76	1.40	1.77	17.0	54.2	端めけ
	C-2							17.0	54.4	端めけ
	C-3							0	51.1	端めけ

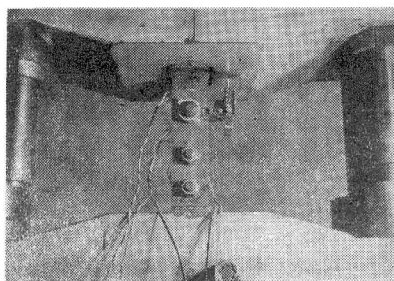
A-1はボルト2本を配した側の添接板純断面において、比較的低い荷重で引張破壊を生じたが、これはその部分に欠陥があったためと見られ、考察の対象にはならない。破壊時の引張応力を計算すると、A-2で55.3 kg/mm^2 、A-3で53.7 kg/mm^2 となる。

一方、Type B及Cでは、ともに板の端抜け破壊が生じた。これは端抜け剪断面積 A_e の不足によるものであり、従ってボルトの剪断強度と板純断面での引張強度の大きさを比較することはできなかった。

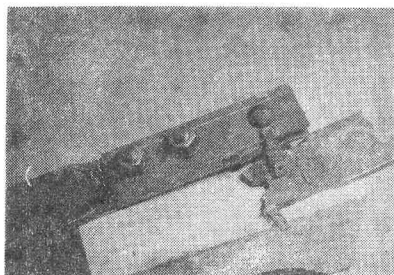
また、ボルトに初期張力を与えた方が破壊荷重は大きく、その効果はType Aで約3%、Bで5~6%、Cで6~7%と比較的低い。一方、荷重-変形曲線は下図に示すとおりであり、ボルトに締め付け力を与えた場合の方が与えない場合より変形量が小さい。これは、材片間の摩擦抵抗の有無によるものである。

以上の結果から、結論として、以下の事があげられる。

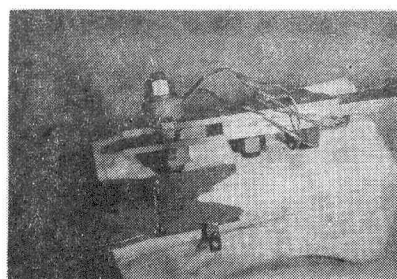
- (1). SM50Aと90キロ級の支圧接合用打込ボルトの、単ボルト接合における Balanced Design の条件は、引張-せん断比が1:1.10以下である。
- (2). 端抜け破壊を起こす限界は、 $1.98 < A_e/A_n < 2.25$ の間にあり、 A_e/A_n がその限界値より大きくなるように端あき距離を定めれば、端抜けに対して安全である。
- (3). ボルトの初期張力の効果は、荷重の小さい時に大きく、大きな荷重に対する効果は少ない。



剪断試験状況



供試体A-2の破壊状況



供試体B-1の破壊状況

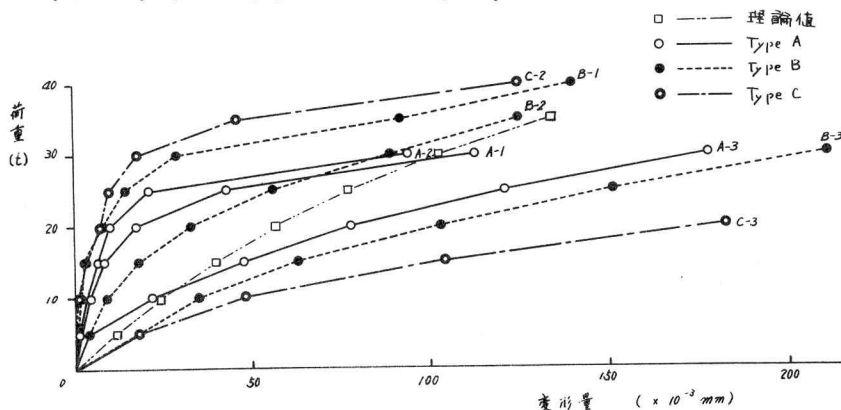


図. 荷重-変形曲線