

I-123 打込式高力ボルト接合性状への孔加工誤差の影響

神戸大学工学部 正員 山田 稔
 “ “ “ 西村 昭
 (株)神戸製鋼所 “ “ 〇三分部 矢
 “ “ “ 下村 琢

1. 序

打込式高力ボルトを使用しに圧入型接合継手の力学的性状については、すでにかなりの実験結果が報告され、その継手軸力-変形性状もほぼ明らかにされていると云ってよい。これらの実験では、当然のことながら、部材ボルト孔のクイ違いは無い状態において実験が行われている。しかしながら、現実の構造物の継手においては、避けることの出来ないクイ違いが存在するものが普通であり、しかも、このようなボルト孔のクイ違いが存在する場合の継手の力学的性状、特にその耐力と変形性状については、まだ全く解明されていない。打込式高力ボルトは、そのボルト孔とボルト軸との嵌着による圧入抵抗機構を利用する継手である故、本問題については、特に実施設計とも関連して、充分な解明を必要とする。

ここでは、特に、二面剪断、ボルト（片側）3本の接合継手を用い、その添挿板と中板のボルト孔に、あらかじめ同量同方向のクイ違い（すべり方向間隔のズレ）を与える場合と、中板のボルト孔径を中心に合致しているが基準の孔径より大きい場合の二系列につき、そのクイ違い孔の位置と個数を種々に変化させて実験を行い、その影響を目ようとするものである。この実験によって、打込式高力ボルト継手のボルト孔に加工誤差が存在する場合に、その加工誤差が継手の力学的性状、特に耐力-変形性状に及ぼす影響が明らかにできる。

2. 実験

2.1 供試体

(1) 供試体；形状寸法を図1に示す。材質はSM50（花12添挿板はSM58）を使用す。基準ボルト孔径は、 20.5ϕ である。

(2) 供試体ボルト；打込式高力ボルトはB9T、 $\frac{3}{4}$ であり、その形状寸法を図2および表1に示す。軸部最大外径は 20.8ϕ である

から基準径差（基準孔径との差）は、 0.3mm である。比較実験のため摩擦接合用高力ボルトは、JIS B1186に準じ、F9T、 $\frac{3}{4}$ を使用した。ナットおよび座金もJIS B1186に準じ、Kに準じ、

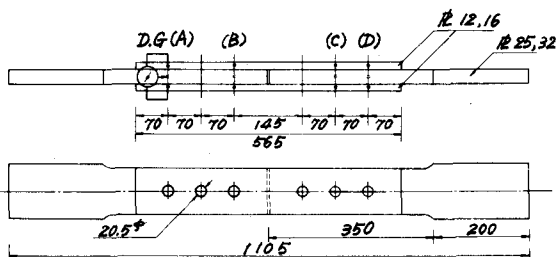


図1. 供試体の形状寸法および測定法

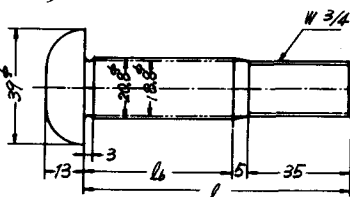


図2. 供試ボルトの形状寸法

表1. 供試ボルトの寸法

部材厚	打込式高力ボルト		摩擦接合用
	片側孔径 l_b	片側孔径 l	片側孔径 l
$12+25+12=49$	45	80	85
$16+32+16=64$	60	95	100

打式高力ボルトに対しては、原金はナット側のみ1枚使用した。

(四)ボルト初期締付力；打式高力ボルトおよび摩擦接合用高力ボルトのいずれのボルトに対しても、標準ボルト軸力14.1 ton を目標として締付された。

2.2 実験系列

実験系列を、図3および図4に示す。実験は下記に示す[A][B]の2系列に対して行なった。

(1)系列[A]；ボルト間隔クイ違いシリーズ（図3参照） この系列は、図3に示すように図中半黒

丸記号のボルト孔が、載荷初期においてボルト軸部に剪断力がかかる方向に、ボルト孔間隔にクイ違い量0.5mmを与えたものである。このクイ違いを与えるボルトの位置および数の組合せを、図3に示す。

(2)系列[B]；ボルト孔径クイ違いシリーズ（図4参照） この系列は、図4に示すように図中二重丸記号のボルト孔の中板孔が、中心は一致にたま添接板の孔径20.5φより2.0mm大きい22.5φとし、中板と添接板との相対変位が1.0mmの時、初めてボルト軸部に剪断が

表2. 試験結果一覧表

供試体記号	圧荷重(t)	圧縮率	破断状態	最大荷重(t)	破断応力(N/mm ²)
F-0-25	14.0	0.50	ボルトせん断	36.0	63.4
B-0-25	—	—	〃	37.5	67.4
F-0-32	12.0	0.43	〃	40.0	70.4
B-0-32	—	—	〃	38.0	68.3
F000-25	45.0	0.53	〃	102.0	54.9
B000-25	50.0	0.59	〃	104.0	61.0
B000-25	—	—	母材純断面引張	109.0	54.8
B000-25	—	—	〃	109.5	55.1
B005-25	—	—	〃	109.5	55.1
B050-25	—	—	〃	108.5	54.6
B500-25	—	—	〃	109.5	55.1
B505-25	48.0	0.57	〃	110.0	55.3
B505-25	—	—	〃	108.0	54.3
B550-25	—	—	〃	109.5	55.1
B002-25	—	—	〃	107.0	* 55.2
B020-25	—	—	〃	108.0	54.3
B200-25	—	—	ボルトせん断	109.0	65.4
B022-25	56.0	0.66	母材純断面引張	106.0	* 54.7
B202-25	53.5	0.63	〃	106.0	* 54.7
B220-25	55.5	0.66	〃	108.5	54.6
F000-32	45.5	0.54	ボルトせん断	121.0	71.0
B000-32	46.0	0.54	〃	122.5	72.0
B000-32	50.5	0.60	〃	116.5	64.9
B000-32	56.0	0.66	〃	117.5	70.5
B005-32	—	—	〃	116.0	64.5
B050-32	—	—	〃	118.0	70.7
B500-32	—	—	〃	117.5	70.6
B055-32	35.5	0.42	〃	115.0	64.0
B505-32	45.0	0.53	〃	117.5	70.5
B550-32	38.0	0.45	〃	114.5	68.6
B002-32	53.0	0.63	〃	117.0	70.1
B020-32	45.5	0.54	〃	117.5	70.5
B200-32	44.8	0.53	〃	115.0	69.0
B022-32	42.4	0.51	〃	116.5	69.9
B202-32	44.3	0.52	〃	116.0	69.5
B220-32	42.6	0.51	〃	117.0	70.1

(注) 摩擦接合用ボルトの $A_s=284\text{mm}^2$ 、打式高力ボルトの $A_s=278\text{mm}^2$

中板25mm厚の $A_n=1988\text{mm}^2$ 、 K_1 に ϕ は $A_n=1938\text{mm}^2$

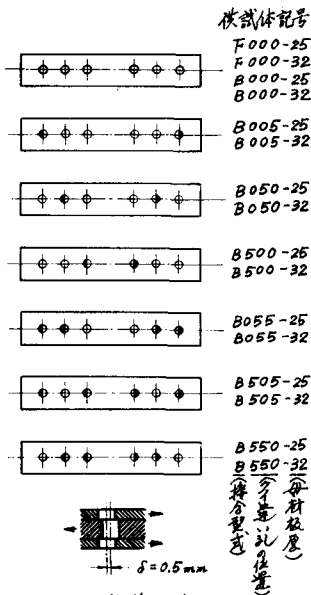


図3. 実験系列[A]

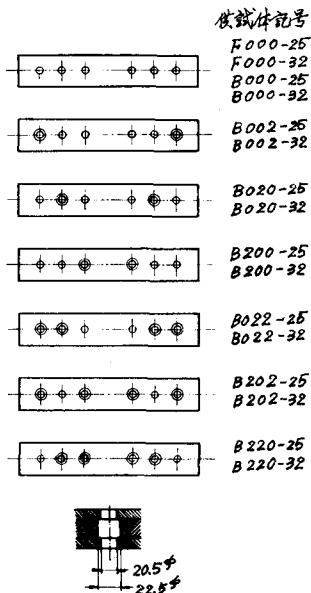


図4. 実験系列[B]

かかるといふものである。この経差を与えるものの位置と数の組合せを、図4に示す。

以上[A][B]2系列各8種類につき、各々中板々厚を25mm, 32mm, の計32体について実験を行なった。なお、標準としてクイックのび継手および比較としての厚板接合継手を含んでおり、さらに、基準データとして、単ボルト剪断試験をも実施した。

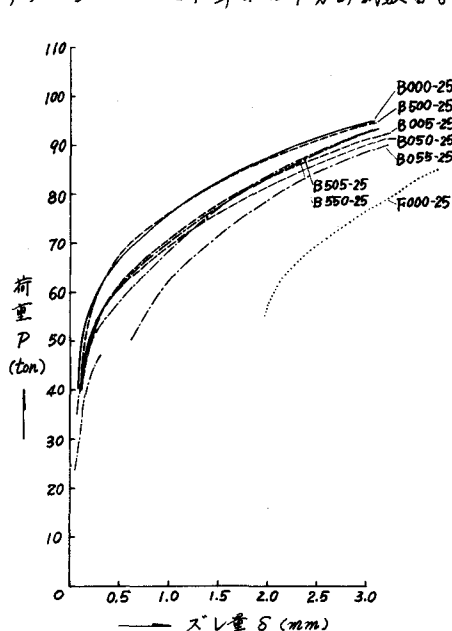


図5 荷重-部材間相対変位曲線
(系列[A] 中板々厚25mm)

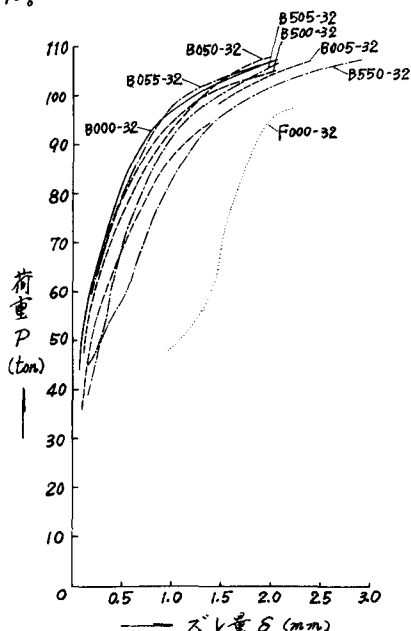


図6 荷重-部材間相対変位曲線
(系列[A] 中板々厚32mm)

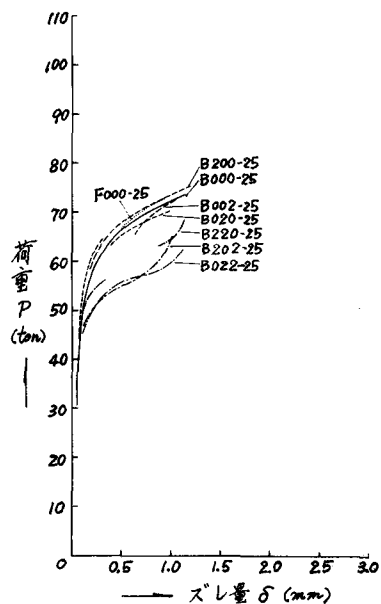


図7 荷重-部材間相対変位曲線
(系列[B] 中板々厚25mm)

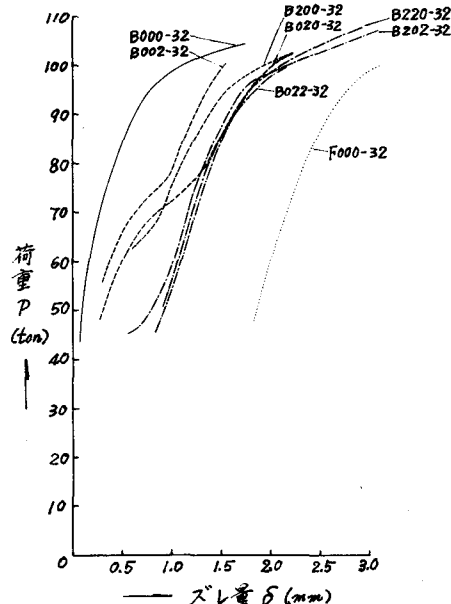


図8 荷重-部材間相対変位曲線
(系列[B] 中板々厚32mm)

2.3 実験結果

荷重-部材間相対変位のうち、図1中のダイヤルゲージAの位置での相対変位の平均値を、図5、6、7、8に示す。破断継手の最大耐力と破断性状を表2に示す。

3. 考察

図5、6、7、8および表2より下記の事項がわかる。

(1) ボルト孔間隔クイ違いシリーズ、すなわち系列[A]の結果より、図5および図6に示される、標準クイ違いなし(B000)=実線と、1本クイ違い(B005, B050, B500)=破線、2本クイ違い(B055, B505, B550)=一点鎖線の3群を比較すれば、クイ違いの影響による剛性低下は、ボルトより荷重附近より始まり、クイ違い数の多いものの方がやや大きい相対変位を生じ、最終的には、クイ違いなし(B000)にくらべほぼ等しうれにクイ違い量すなわちここでは0.5mmのズレのみを示す経過をたどる。図中比較のために示される摩擦接合継手(F000)とは、はるかにズレは小さいこともわかる。

また、表2によれば、破断耐力に対し、このボルト孔間隔のズレ(0.5mm)は全く影響を及ぼさないことがわかる。

(2) ボルト孔径クイ違いシリーズ、すなわち系列[B]の結果より、図7および図8に示される、標準クイ違いなし(B000)=実線と、1本クイ違い(B002, B020, B200)=破線、2本クイ違い(B022, B202, B220)=一点鎖線の3群を比較すれば、ボルトより荷重附近から、クイ違いの影響による剛性低下が現われ始め、2本クイ違いではほぼ一挙に、1本クイ違いでは中間的に、ほぼクイ違い量1.0mmだけのズレを示した。以後のズレはそのまきである。

また、表2によれば、破断耐力に対し、このボルト孔径のクイ違い(2.0mm)は全く影響を及ぼさないことがわかる。

4. 結

本研究は、打込式高力ボルト圧入型継手のボルト孔に加工誤差が存在する場合、これらボルト孔の加工誤差が継手の耐力-変形性状に及ぼす影響を実験的に検討した。

実験は、図1に示す継手破断体において、[A]ボルト孔中心間隔に甲板と添板で0.5mmのズレがある場合、[B]ボルト孔の中心は一致しているが径に2.0mmの誤差がある場合の2系列につき、そのクイ違い孔の位置と個数を、図3および図4の通り、種々組合せて、荷重-部材間相対変位関係の測定を行なった。

その結果は、[A]の場合は、図5、6に、[B]の場合は、図7、8に荷重-相対変位関係が示されている。荷重-相対変位関係では、ボルトより荷重附近以後、クイ違い量だけの相対変位を生ずるが、後はクイ違いなしの破断体から、クイ違い量の分だけ大きな変位を示すだけで、クイ違いなしと全く同様の経過を示す。最終破断耐力に対しては、これら[A][B]いずれのクイ違いも全く影響を及ぼさないことが、表2で明瞭に示されている。

なお、本研究報告は、JSSC 1970.10月号に、「ボルト孔に加工誤差を有する打込式高力ボルト継手の耐力-変形性状に関する実験」と題して発表されたいものである。