

打込式高力ボルト接合の力学性状に関する研究

京 大 正員 小西一郎
 川崎重工 正員 松井五郎
 京大大学院 学生員 竹村勝之
 京大大学院 学生員 山取久輝

まえがき

打込式高力ボルト (Knurling Bolt) は元来、支圧接合ボルト継手の急激なズレを防止する目的で考案されたものであるが、打込式ボルト接合の力学性状は、単に摩擦接合ボルトを極限状態にまで拡張したいわゆる支圧接合とは根本的に相違するものである。本研究ではかような意味から、打込式高力ボルト接合の静力学的な特質を実験的に把握するとともに、本接合法の荷重伝達機構に対して解析的な裏付けをえようとするものである。

1. 実験供試体

供試体としては、図-1～3 に示すような実物大溶接桁、単ボルト継手、穴あき板を準備した。単ボルト継手は、ボルト及び穴壁の変形特性を把握するとともに、単ボルトの剪断強度を決定することによって、Balanced Design の条件となる引張～剪断比をえようとするもので、9T, W^{3/4}, リブ外径 20.7mm の打込式ボルトを SS41, SM50, HT80 の 3 種の接合板（穴径 20.24mm）と組合せたものである。また、穴あき板は接合板と同材質、同形状のものを準備し、接合部におけるボルト間の板の変形特性を把握するためのもので、材質 SS41, SM50, HT80 の 3 種類とした。実物大溶接桁は打込式高力ボルト接合を純曲げを受ける継手に応力したもので、材質としては SM50, HT80 のものを準備した。

2. 載荷装置

単ボルト継手、穴あき板の各供試体については、京大土木工学教室に設置されているアムスラー（引張容量 100t^{ton}）

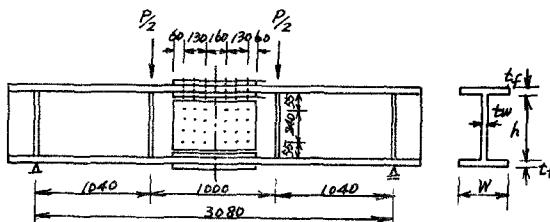


図1. 実物大溶接桁

t _f	t _w	h	W	鋼種
20	15	350	200	SM50
13	8	350	200	HT80

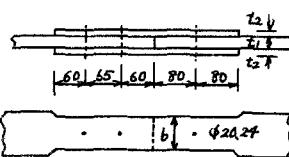


図2. 単ボルト継手

t ₁	t ₂	b
SS41	22	12
SM50	20	15
HT80	13	8

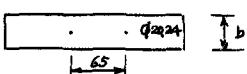


図3. 穴あき板

t	b	個数
SS41	12	80～100
SM50	15	80～100
HT80	8	80～100

を使用した。また、実物大梁接続の載荷にさいしては、京大土木工学教室に設置されているローゼンハウゼン型構造物試験装置（静的最大容量 150 ton）によつて、スパン 3 等分点に油圧ジャッキ 2 基を設置し、スパン中央のボルト接合部に純曲げが作用するようとした。

3. 実験結果と考察

本研究よりえられた主要な結果は次のようである：

1) 打込回数は、SM 50 でグリップ長 45 ~ 50 mm の場合、 $N = 15 \sim 30$ 回、HT 80 でグリップ長 25 ~ 30 mm の場合、 $N < 15$ 回である。

2) ナット回転法による導入軸力の検定の結果、SM 50 (グリップ長 50 mm) に対しては、ナット回転角 180° で 13.6 ton, HT 80 (グリップ長 29 mm) に対しては、ナット回転角 180° で 18.7 ton の軸力が導入できる。

3) 9T ボルトの剪断強度と引張強度の間には、 $\sigma_u = 0.61 \sigma_u$ の関係がある。

4) 単ボルト継手の剪断変形曲線には、 $S = S_{ult} (1 - e^{-\mu \Delta})^\lambda$ なる関係がある。

5) 穴あき板の応力～ひずみの間には、 $\delta = \delta_y + (\delta_u - \delta_y) (1 - e^{-\alpha \epsilon})^\beta$ なる関係がみられる。

6) 実物大梁接続フランジの応力分布は図一のようになり、主板の応力分布はスパンセンターより最も遠方のボルト近傍に高い応力集中がみられる。

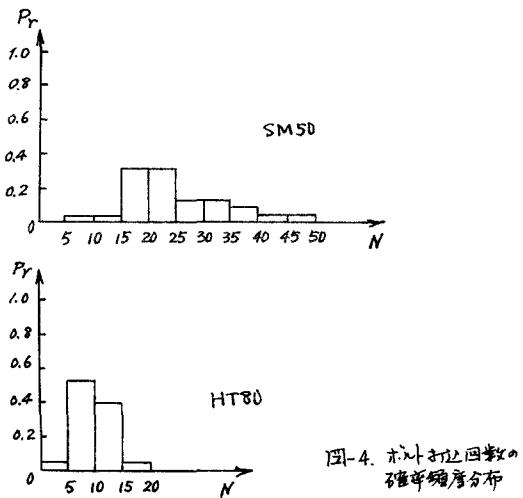


図4. ボルト打込回数の確率密度分布

表1. 単ボルト継手の剪断変形曲線

材質	ナット回転 0			ナット回転 180°		
	S_{ult}	μ	λ	S_{ult}	μ	λ
SS41	38.5 ^t	0.3	0.25	38.6 ^t	0.2	0.125
SM50	48.0	0.4	0.33	40.7	0.6	0.25
HT80	37.7	0.5	0.25	37.6	0.5	0.25

表2. 穴あき板の応力～ひずみ曲線

鋼種	α	β	応力～ひずみの関係式
SS41	30	1.0	$\delta = 29.8 + 19.86 (1 - e^{-30\epsilon})$
SM50	38	1.0	$\delta = 34.7 + 21.86 (1 - e^{-38\epsilon})$
HT80	60	0.75	$\delta = 76.7 + 9.16 (1 - e^{-60\epsilon})^{3/4}$

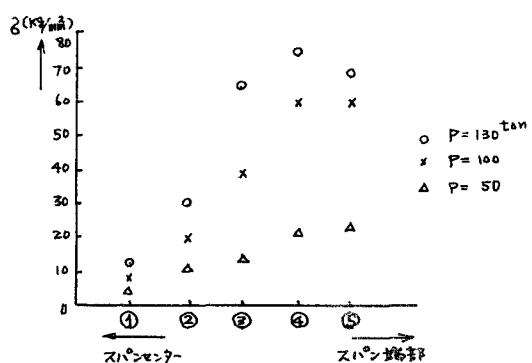


図5. 実物大梁接続下フランジ主板の応力分布 (タイプB)