

## 帯板のピンジョイントにおける応力集中

准 員 山 本 稔\*

STRESS CONCENTRATION PRODUCED BY PIN JOINT  
OF A FLAT BAR

(JSCE May 1953)

Minoru Yamamoto, C.E. Assoc. Member

**Synopsis** The present paper describes quantitatively the variation of the stress distribution near the pin joint of a flat bar varying the clearance, and discusses the rational dimension of a flat bar. Further this paper compares the stress-concentration factors obtained by the present tests with A. M. Wahl's results of the uniform tension tests of a flat bar with a circular hole<sup>1)</sup>.

**要旨** 帯板の巾が一定なるピンジョイントにおいて帯板の丸孔径とピン径の差, すなわち, 遊隙を数種類に変化させ遊隙による孔の周辺及び帯板の外縁における応力分布の変化を定量的に考察し, また帯板の合理的寸法について論じた。なおこの場合の形状係数と丸孔を持った帯板の引張試験を行つた A.M. Wahl 氏の実験結果と比較した。

## 1. 緒 言

丸孔の応力集中現象に関してはすでに多くの実験的及び理論的研究がなされているが, 帯板のもつ丸孔へピンを通じて荷重を加える場合のピンと丸孔の遊隙に関する現象は定性的には一応明らかにされているが<sup>2)</sup>, 定量的には未だ結論がだされていない。そこで光弾性実験により遊隙を変化させ, 遊隙による応力分布を求めた。次に丸孔から荷重方向の外縁までの距離を変化させ形状係数の変化を求めた。

丸孔のある帯板の引張り実験は数あり, その主なるものとしては A. Hennig, E. Preus, A. M. Wahl 及び J. W. Carter の実験があり理論的研究としては Howland 及び鶴戸氏の研究がある。これによつて求められた形状係数と本実験により得られた形状係数とを比較することは有意義であると考えられる。

## 2. 実験方法

本研究は光弾性実験によつて行つたもので光源には水銀灯の単色光を用い写真フリンジ法によつた。荷重装置としては写真-1に示すような器具を使用し荷重が試験片に対してほぼ対称に加わるよう特に工夫を施した。荷重はスプリングバランスで加え, 加圧用ピンとしては弾性率が試験片のフェノライトとほぼ同一のセルロイド棒を旋盤仕上げして用いた。このセルロイド

製のピンの中央には径 6mm の穴をあけ, これに鋼製の軸を挿入して使用した。応力は自由周辺に対して調査した。

## 3. 試験片

試験片の寸法は図-1に示すとおりである。丸孔は注意深く旋盤仕上げを行い, 外縁はヤスリ仕上げを行つた。 $H$  の変化は 6 種類で A~D の 4 種類の試験片にたいし, 各ピン径 12.023 mm, 11.977 mm, 11.768 mm 及び 11.713 mm の 4 個のピンを使用して遊隙を変化させた。一度の実験の始めと終りには必ず丸孔径とピン径を測定するように心掛けた。

写真-1

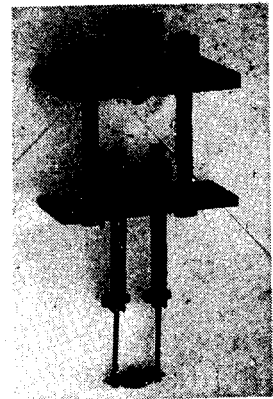
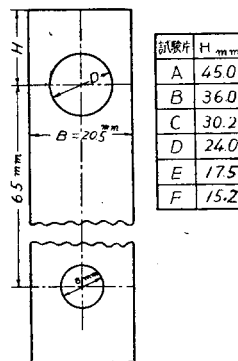


図-1



## 4. 実験結果

各試験片に対しピン径を変化させた時のフリンジ写真は写真-2に示すとおりである。A, B, C, D のサヘックスの 1, 2, 3 及び 4 はピン径の相異の順序を示している。A~D の中で各初めのサヘックス 1 及び 2 の 2 枚づつの写真はよく似ているが後の 3 枚は初めのものと多少異なっている。

\* 東京都立大学工学部

試験片

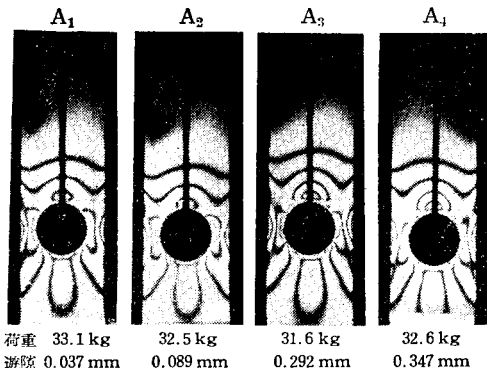
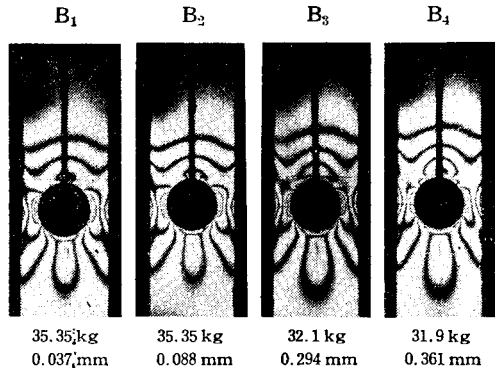
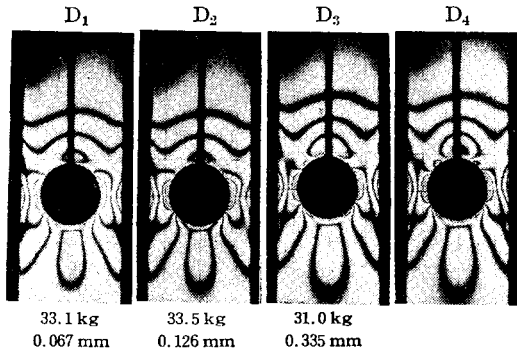
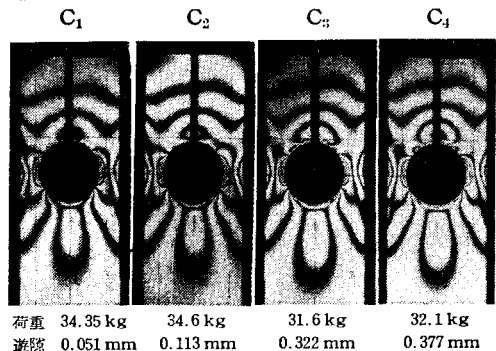


写真-2



試験片

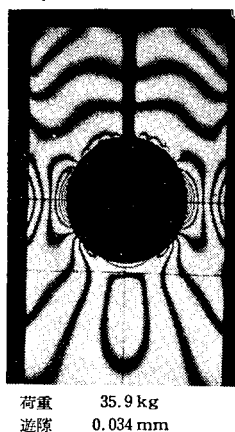


周辺及び主要断面の主応力差の変化は図-2に示してある。図-2に示す実線は、遊隙が最小の時(0.037~0.067 mm)の主応力差を、また破線は遊隙が最大(0.347~0.390 mm)の場合の主応力差を示す。最大フリンジ次数の現われる AB 断面(図-4参照)の応力分布は、0.4 mm 程度までの遊隙では影響をほとんど受けない。図-3は主応力線を示す。図-4は主要点の縞次数と遊隙との関係を示し、これらの間には皆1次関係が成立している。特に A 点は遊隙の増大とともにわづか上昇し B 点は下降する。また図-2には遊隙が 0.089~0.126 mm の場合を鎖線で示してあるが、これは実線とよく合致している。これらの事実から遊隙が 0.04~0.1 mm の間では応力分布に遊隙の影響を考慮する必要はないことがわかる。

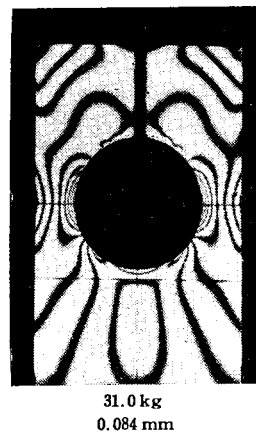
図-5は丸孔及び周辺応力の最大値(荷重 100 kg の場合に換算)と  $H/D$  の関係を示すもので  $H/D$  が 2.5 より小さくなると急激に応力が増大するようである。これは西田氏の半無限板に円孔のある場合の実験結果<sup>2)</sup>の傾向とよく一致している。

図-6は丸孔内周の最大応力部の形状係数  $k$  と  $H/D$  との関係を示し、 $H/D$  が 2.5 より小さくなると  $k$  は上昇する。また、ここには西田氏の実験結果より  $B=8D$  として求めた形状係数も示してある。

試験片 E



F



5. 実験結果の考察

半無限板に円孔のある場合の実験において、西田氏はリベットの間隔  $f$  が  $f > 4D$  なるときは  $e/D=2.0$  ( $e$ : 丸孔の内周より荷重方向の外縁までの最小距離)と定めることは、強度上から効率的であると述べている<sup>2)</sup>。 $f > 4D$  と云うことは帯板の巾  $B$  が  $B > 8D$  と対応しているから  $B$  が  $8D$  以上の時に  $e/D=2.0$  と定めることが強度上効率的であると云い換えることができる。筆者の実験は  $B=1.70D$  の場合であるが

図-2

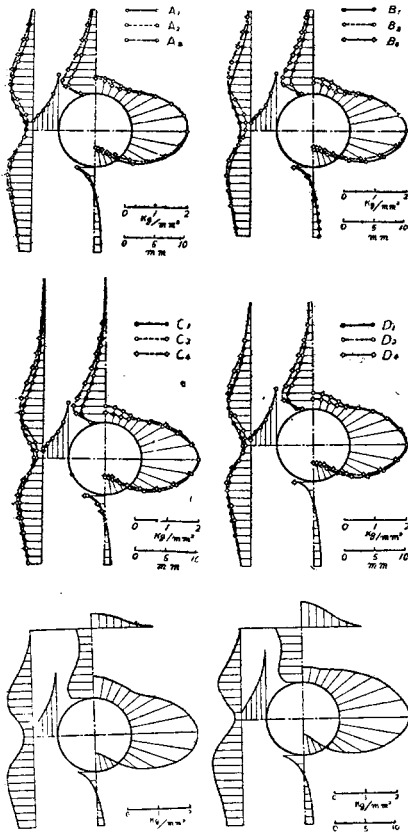


図-3

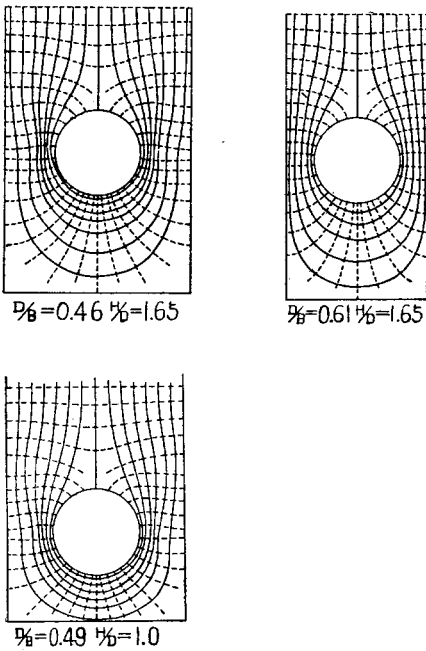
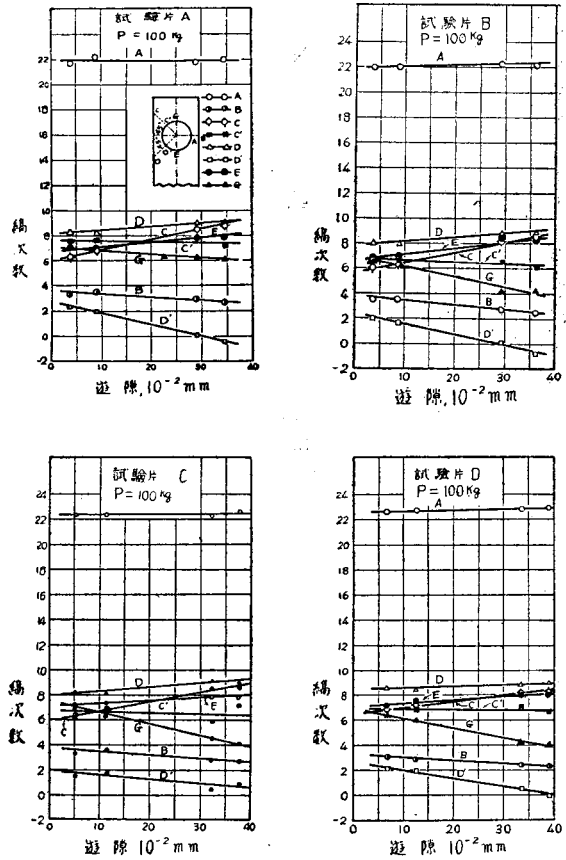


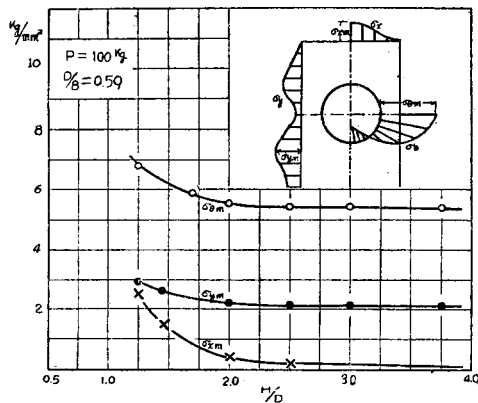
図-4



西田氏の結論と同様に  $H/D=2.5$  ( $e/D=2.0$ ) と結論できた。また鋼材の疲労強度が弾性的応力集中で判定できるとすれば<sup>3)</sup>普通に使われる巾に対して  $H/D=2.5$  と定めるのが妥当のように考えられる。我国の鋼橋の示方書は仕上縁または庇延縁に対し  $H/D=1.5$  と定めているが、これは過小と考えられる。ドイツにおいては荷重方向の外縁までの距離は  $H/D=2.5$  と規定し特別の場合として  $H/D=2.0$  としている<sup>4)</sup>が本研究結果がドイツの規格の正しいことを実証し得たことは興味深いことである。

A.M. Wahl の行った丸孔を持った帯板の引張り実験の結果より求めた形状係数  $k'$  は  $D/B=0.59$  にたいし  $k'=2.1$  となっている。 $D/B=0.59$  における筆者の得た形状係数と A.M. Wahl の得た形状係数の比  $k/k'$  と寸法比  $H/D$  の関係を図-7に示す。また図-7には西田氏の実験結果を A.M. Wahl の実験結果 ( $k=2.62$ ) と比較して示してある。この結果より  $D/B=0.59$  のとき  $H/D$  が 2.5 より大きい範囲においては丸孔を持った帯板の丸孔の周辺にピンで荷重を加える場合は帯板を一樣に引張る場合より約 30% 大

図-5

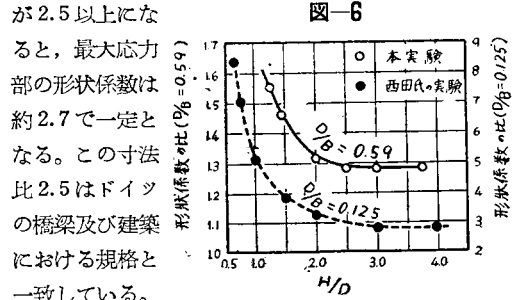


きい形状係数をもつことになる。そこで円孔のある帯板の引張りによる形状係数より、ピンによる荷重状態の形状係数を推定することは、一般に危険であることがわかった。

6. 結 語

帯板のピンジョイントにおける応力分布と形状係数を、孔とピンの遊隙及び孔から荷重方向の外縁までの距離を、それぞれ4種類及び6種類に変えた場合について実験的に求めた。その結果この実験の範囲内では、最大応力は荷重方向に対し、丸孔内周のほぼ真横に生じ、遊隙が0.04~0.1mmの間では応力分布にたいし遊隙の影響がないことがわかった。本実験の場合、すなわち、丸孔径と板巾の比が0.59の場合には孔の中心から荷重方向の外縁までの寸法と丸孔径の比

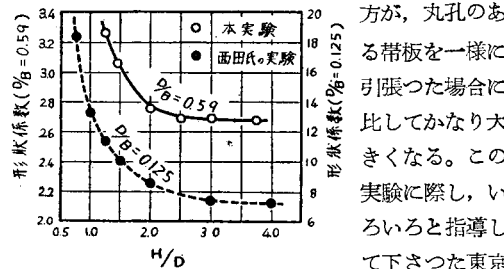
図-6



が2.5以上になると、最大応力部の形状係数は約2.7で一定となる。この寸法比2.5はドイツの橋梁及び建築における規格と一致している。

なおこの形状係数は丸孔のある帯板の孔の内周に荷重を加えた場合の

図-7



方を、丸孔のある帯板を一樣に引張つた場合に比してかなり大きくなる。この実験に際し、いろいろと指導して下さい

た東京都立大学の伊藤健雄教授及び川田雄一教授に厚くお礼申し上げます。

参 考 文 献

- 1) A. M. Wahl and R. Beeuwkes : Trans. A.S.M.E. (1934) APM 56/11
- 2) 西田正孝：理研報告，第25輯 第9号
- 3) J.W. Carter : American Railway Engineering Association Bulletin 495, June-July 1951
- 4) Hütte III. p. 752.

(昭. 27.11.27)

正 誤 訂 正 に つ い て

学会誌 38 卷 4 号 (28.4. 発行) 報文“2 インチ管による砂輸送の抵抗に関する実験”の中で、著者たる小川元氏より次のように正誤訂正方申入れがありましたのでお知らせいたします。

6 ページ

表-2 砂の性質 (中間径の項)

No.	誤 中 間 径	正
1	1.62	0.16
2	3.14	0.31
3	7.15	0.72
4	9.10	0.91
5	4.88	0.49