

I-396 ドリフトピンを圧入した鋼板の疲労強度に関する研究

清水建設 正員 ○平野英司
宇都宮大学 正員 阿部英彦
トビー工業 米花邦彦

1. はじめに

鋼構造物の水抜き孔やストップホール（疲労亀裂の進展防止）などの孔の周辺は、応力集中により平滑材に比べて疲労強度が相当低下することが知られている。しかし、この円孔にドリフトピン（以下「ピン」と呼ぶ）を押し込み、引き抜くことにより疲労強度が向上することが昨年度までの研究で明かとなった。そこで本年度の研究は先ずピンを押し込み引き抜くことによる孔内面の平滑化の効果を検討し、次に、孔あき板の疲労強度の改善策の一つとしてピンを圧入して鋼板と一体化した試験体の疲労強度を実験により検討した。

2. 実験概要

試験体は図1に示すとおりで側面部はガス切断の影響を除くため10mm機械切削をした後、中心にドリルで所定の径に孔をあけた。鋼材のミルシートにより機械的性質を表1に示す。試験体の種類は表2に示す通りで孔径は4種類である。孔の内面を平滑化した試験体はドリル孔の内面をサンドペーパーを用いて鏡面状に磨き、孔縁も同じようにして面とりを行った。又、ピン圧入試験体は図1に示す様な形状に製作した。

疲労試験は電気油圧式サーボ型疲労試験機（容量30tf）を使用し応力波形は正弦波、繰返し速度は毎分360～600回で引張片振試験（下限荷重1.52tf、公称応力で2.0kgf/mm²）とした。

3. 実験結果と考察

図2に今回の実験で得られたS-N線図を示す。

孔内面を平滑化した試験体の試験結果は、ドリルで孔をあけたままのものに比べて寿命が1.5～2倍程度延び、その効果は荷重が低くなるに従って著しくなる傾向が認められた。ドリルで孔をあけたままではその表面にかなりの凹凸が存在するが、ピンを押し込むことによりこの凹凸が平滑化される。この事が昨年までの研究で見られた疲労強度の向上に対して圧縮残留応力と共に有力な理由であると

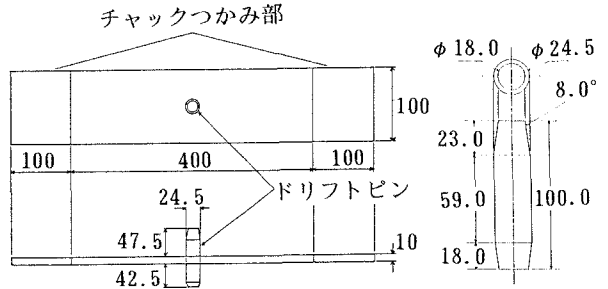


図1 試験体とドリフトピンの形状（mm）

表1 鋼材の機械的性質

材料	降伏応力 kgf/mm ²	引張強さ kgf/mm ²	伸び %
SS41	28	44	30

表2 試験体の種類

試験体 タイプ	円孔直径 (mm)	孔内面 研磨	ピン 圧入	拡孔量 (mm)
1A	24.5	—	—	0
1B	24.5	有	—	0
2	24.0	—	有	0.5
3	23.5	—	有	1.0
4	23.0	—	有	1.5

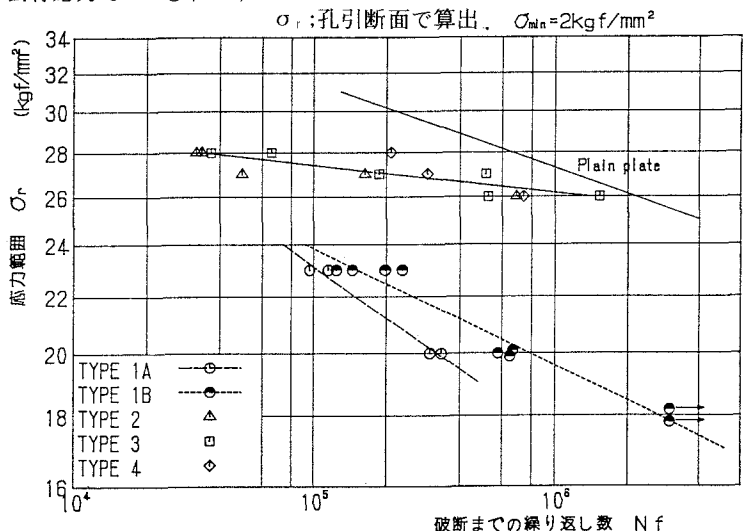


図2 S-N線図

考えられる。

ピンを圧入した試験体の結果は昨年度までの試験荷重では破断に至らず疲労強度は大きく向上した。そこで、図3に示す孔近傍でのひずみ変化の測定値を孔のあいたままの試験体と比較してみると、孔のあいたままの試験体では荷重がむしろ小さいにもかかわらず、繰り返し荷重に伴うひずみの振幅は大きく、ピンを圧入した試験体ではこれが小さいことが認められた。このことが疲労強度を向上させた理由と思われる。また、 $\sigma_r = 28 \text{ kgf/mm}^2$ の場合、タイプ2・3では載荷時に孔縁とピンとの間に「すき」が観察されたが、これはピン圧入の効果を減少させるものと考えられる。タイプ4でこれが認められなかったのは、拡孔量を大きくしたためであろう。しかし、より小さい荷重では拡孔量の差による疲労強度の差は余り見られなかった。

4. 有限要素法による解析

ピン圧入試験体の疲労強度が向上した理由を定性的に検討するために有限要素法による2次元弾性解析を行った。図4に示す2つの解析結果を重ね合わせたものがピン圧入試験体の引張載荷時の応力状態の傾向を表すと考えられる。

図5に示すようにピン圧入板は孔とピンとの間にすきがない場合、孔縁での応力変動は非常に小さく、むしろ側面の方が大きくなる。（図5縦線部）低荷重載荷時には実際にそのような傾向にあると思われるが、本実験のような高荷重載荷時には孔縁とピンとの間に「すき」が現れ、ピン圧入の効果が減少し、孔近傍での応力変動が大きくなり（図5点線部）やはり孔縁から亀裂が発生するようになると思われる。

5. 結論

今回の研究の範囲で以下のことが明らかになった。

- (1)ドリルで孔をあけた鋼板の孔内面をサンドペーパーで平滑にすることによって鋼板の疲労強度は向上した。これにより昨年度までの研究で推測された、拡孔による圧縮残留応力の効果に加えて、孔内面が平滑化されたことも疲労寿命の延びた理由であると考えられる。
- (2)ドリフトピンを孔あき鋼板に圧入することで疲労強度は大きく向上した。このことは鋼構造物の孔あき部の疲労強度を改善するのに有効な方法の一つであると思われる。

《参考文献》

- 1)西村・阿部ほか；ドリフトピン打ち込み鋼板の疲労強度、土木学会第43回年次学術講演会
- 2)大江・阿部ほか；拡孔した鋼板の疲労強度に関する研究、土木学会第44回年次学術講演会
- 3)遠田良善；有限要素法の基礎、培風館

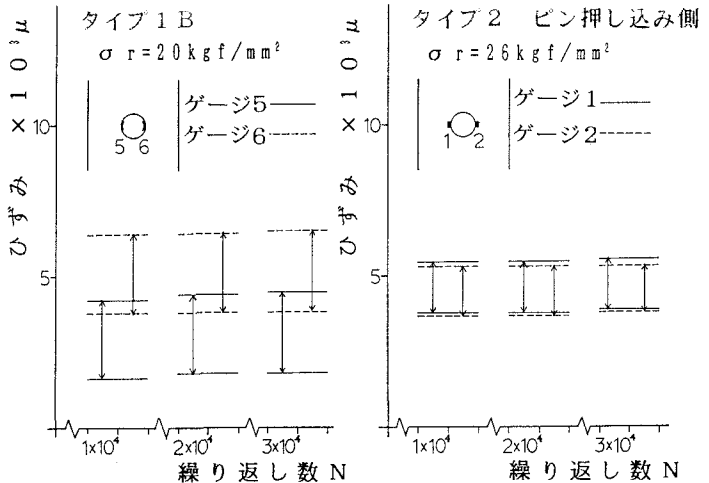


図3 繰返し荷重に伴うひずみ変化

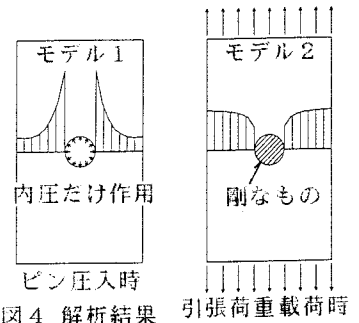


図4 解析結果

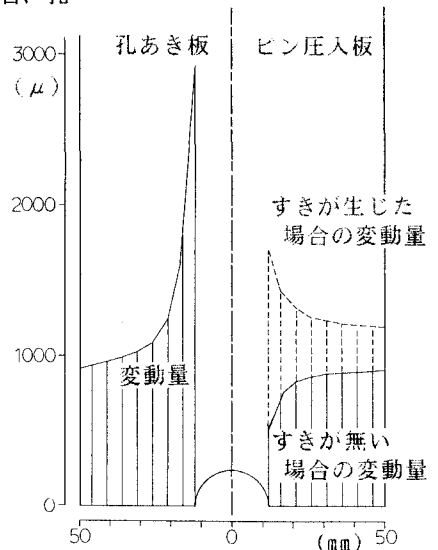


図5 0～19tonにおけるひずみ変動量