

I-A 428 冷間打込み式リベットによる補修方法の検討

トピー工業 正会員 三ツ木幸子, 正会員 山田聡, 田中克芳

1. はじめに

鋼構造の疲労き裂の補修では、き裂の先端にストップホールが明けられる。この孔は溶接により埋め戻される場合もあるが、その品質確保にあたっては十分注意を要する。そのため、応急措置ではストップホールのままにする場合もある。一方、添接板を使わずにこの孔に高力ボルトだけを締め付けたり、ドリフトピンを打込んで若干拡孔したりすると、ストップホールのままより疲労強度が向上することが示されてきている。^{1)・2)}ドリフトピンによる拡孔については、ドリフトピンを打込んでから引抜く方法¹⁾とドリフトピンを入れたままにする方法²⁾が研究されている。前者では拡孔して孔辺に圧縮残留応力を付加して疲労強度の向上を期待しているが、後者では、さらに、孔を充填した効果も期待している。

本研究は、当初、このドリフトピンを挿入したままにする方法について、現場での使用方法を検討するため始めた。しかしながら、本研究では、挿入物として低降伏点鋼のリベットを冷間で打込んで用いようとする点で、これまでに研究されてきたドリフトピンの研究とは力学的特性が異なる部分がある。したがって、基礎的な力学的検討も行なった。

2. 冷間打込み式低降伏点リベット

本研究では、孔明き鋼板について、孔辺部の応力集中を緩和して疲労強度を上げるため、孔より若干大きい軸径の低降伏点鋼材で製作されたリベットを冷間で打込む。このリベットを冷間打込み式低降伏点リベットと呼ぶ。リベットの材質として低降伏点鋼材を用いた理由は、施工性、すなわち、打込み性を容易にできなかったからである。リベットを低降伏点鋼材にした結果、母材に傷をつけずに済むという性質も得られた。

本研究では、図-1に示す形状で切削したリベットを用いている。平行部を板厚以上にして、全板厚にわたって同様な嵌合度が得られるようにした。脱落を防止するため、頭と反対側から叩いて潰して留め部を形成することを考えて穴を明けた。

3. 施工性（打込み性）試験

ここでは、孔より大きい軸径のリベットを用いる。この差を0.0mm, 0.5mm, 1.0mmとして施工試験すなわち打込み性試験を行なうことを計画した。しかしながら、低降伏点鋼のリベットでは、母材を变形させず、すなわち、拡孔がほとんど起こらずに、リベットが変形し、径差約0.5mmでは打込みが不能に近い状態であった。そこで、目標径差0.1mmおよび0.2mmでリベットを再加工して打込み性試験を行なった。打込んだ

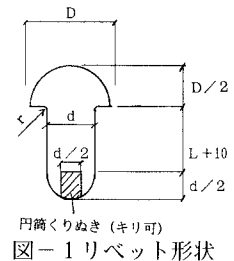


図-1 リベット形状

板は、SM490YB材、板厚19mm、100×700の鋼板で、中心線上に図-2のような3つのφ19mm孔が明けてある。孔の間隔は板幅（100mm）にした。表-1に孔径とリベット軸の計測結果を示す。すべて打込

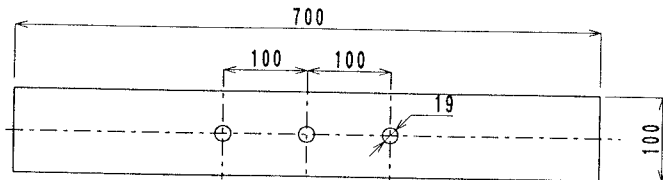


図-2 試験体

み可能で、hole3の径差0.02mmでは打込む力はほとんどいらなかった。孔径φ13mm（板厚10mm）の条件でも、孔径差0.20mmについては打込みが可能であった。この時の孔径とリベット軸径の計測結果も表-1に示す。したがって、孔径差が約0.20mmあれば、打込み可能で嵌合性も得られるものと考えられる。

なお、施工性試験では、留め部の形成のため穴を明け

表-1 孔径とリベット軸径

	孔径	リベット軸径	径差
hole1	19.00mm	19.20	+0.20mm
hole2	18.97mm	19.05	+0.08mm
hole3	18.95mm	18.97	+0.02mm
φ13mm	12.75mm	13.00	+0.25mm

たが、この程度のものでは潰すには適当ではなかった。

4. 静的試験

打込み性試験に用いた試験体および比較のためのリベットを打込まない同じ形状の試験体を用いて静的引張試験を行なった。純断面部の孔辺から1.5mm, 7.0mm, 30.5mmの歪を計測することで応力集中度を把握し、打込みリベットの効果を確認した。歪ゲージは、表裏左右対象に貼り、偏心载荷の影響も考慮して評価できるようにした。なお、リベットの頭の下にはゲージは貼れないため、孔辺から約1.5mmの点では片面だけ計測を行なった。また、孔明き板も、測点数の制約から孔辺から7mmの点について片面だけ計測を行なった。

試験結果をFEM解析の結果と比較して、孔明き板については図-3(a)に、リベット打込み試験体については図-3(b)に示した。応力集中係数は総断面の平均応力に対するもので、実験値については、各歪値に鋼材のヤング係数を乗じて求めた応力を、载荷荷重から求めた総断面平均応力で除して求めた。実線はFEM解析結果を示す。孔明き板の計測結果は、ほぼ解析値か若干大きめの値となっている。これに対して、リベットの挿入したものは、解析値より小さめの値となっている。

リベットを打込んだものについて、孔辺から約1.5mm離れた部分の応力集中係数に着目すると、0.02の孔径差hole1では応力集中係数は約2.1であるが、孔径差0.08mmのhole2では約1.5とかなり小さくなっている。孔径差0.20mmのhole3では、約1.8と逆に大きくなっている。これは、打込み時に適切な打込みができずに、リベットが削られるという現象が生じた。本研究では、この影響を把握することにし、このまま試験を行なった。したがって、hole3では、打込み後も孔とリベットの軸の間には局部的にクリアランスが若干ではあるができた。それにもかかわらず、孔辺の応力は孔明きいたより小さくなった。ただし、その低下率は、径差0.08mmの場合より小さくなるので、現場で用いる場合には、打込みに失敗した場合は、リベットを交換する必要があるものと考えられる。

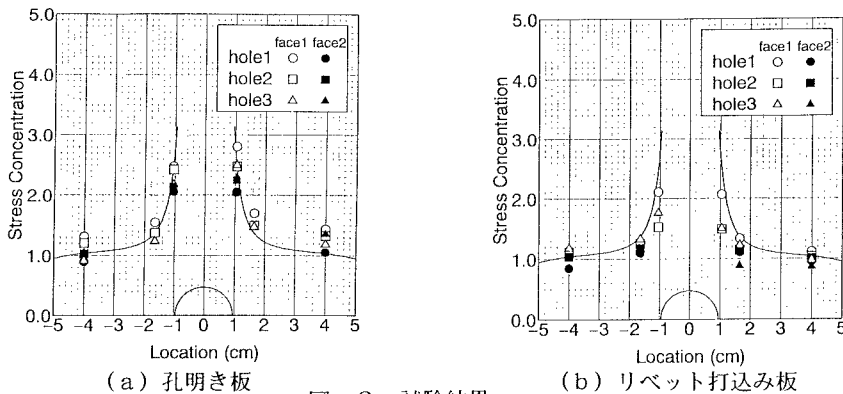


図-3 試験結果

5. おわりに

現段階では1体の試験しか行っていないので再現性を確認する必要があるが、改善の傾向は出ているものと考えられる。今後、径差0.1mm, 0.2mmを中心に、板厚、孔径、材質など影響を把握し、疲労試験を行なって、改善効果を確認する予定である。留め方の検討も行なう。さらに、どのような場合のストップホールに妥当性をもって使用できるか検討するとともに、母材を傷つけずに応力集中を緩和できるとする視点から、スカーラップへの応用も考えている。

最後に、本試験にあたって、材料提供をして戴いた新日本製鐵株式会社の笹尾英弥氏に感謝致します。

参考文献：1) 阿部・西村・大江；拡孔による孔明き鋼板の疲労強度の改善，土木学会構造工学論文集，Vol 36A，pp995-1002，1990年3月

2) 阿部・平野・福島・井口・米花；ドリフトピンを圧入した孔明き鋼板の疲労強度，土木学会構造工学論文集Vol38A，pp1011-1020，1990年3月