

鋼板接着構造の最適化に関する研究

東京都立工業高等専門学校

助教授 伊藤周三

(昭和63年度研究開発助成 AF-88005)

1. 研究の背景

従来、金属加工機械の本体構造には、鋳造構造や鋼板溶接構造が用いられてきたが、近年接合部の動剛性の改善および軽量化という観点から鋼板接着構造が提案されている。

この鋼板接着構造に関しては、これまでにその基本要素である接着継手（重ね合せ継手および突き合せ継手）に対して、強度・被着体の材質・接着剤の種類・接着条件およびせん断応力等の面について実験的、理論的研究が行われてきている。しかし、それらの多くはその現象のレベルに留まっており、接着設計に関する資料は非常に少ないため、系統的な設計指針はなんら提示されていない。

また、接着継手部の静・動剛性を明らかにすることは接着構造全体の評価を行う上で必要不可欠であるが、これらに関する研究はほとんど行われておらず¹⁾、鋼板接着構造を金属加工機械に採用するにあたっての障害となっている。

そこで本研究では、接着厚さや接着接合部の継手形式、特にL字形を対象とした種々の印ろう形継手形状を採用し、その形状や大きさ等が継手部の静・動剛性に与える影響について検討を行った。

2. 実験方法

2.1 静剛性実験

実験は図1に示す種々の印ろう形継手（材質；A1、接着剤；エポキシ樹脂）を用いて製作したL

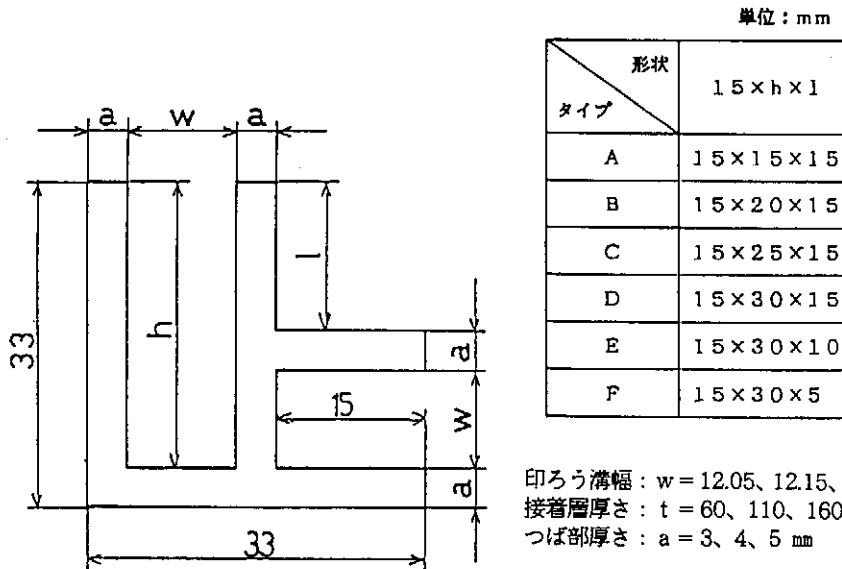


図1 印ろう形継手形状

字形接着構造のテストピースをベースに固定し、ロードセルにより曲げ荷重 P を作用させ、その時に生じる荷重点変位 δ をギャップセンサにより検出し、X-Yレコーダにより変位-荷重曲線を記録すると同時にテストピース全体の挙動を明確にするために、側壁及び印ろうつば部分の変位もそれぞれ測定している。

なお、印ろう溝部および側壁の表面あらさは平均でそれぞれ $Ra \approx 2.0 \mu\text{m}$ および $1.0 \mu\text{m}$ である。

2.2 動剛性実験

静剛性実験に用いたL字形接着構造のテストピースを自由振動状態にするためテニスボールの上に乗せ、加振点（加速度計と対称の位置）をインパルスハンマで衝撃加振させ、その時に生じる減衰波形をアンプを介して、FFT（高速フーリエ変換器）で解析させたのち記録計（ビデオプリンタ）に出力させている。

この実験より得られる情報としては、対数減衰率、固有振動数及び振動モードなどなどがあり、これらからL字形接着継手の動的特性の検討を行った。

3. 研究成果の概要

3.1 静的特性

曲げ荷重を作用させた場合の結果の一例を図2に示すように、印ろう形継手を採用することにより、特にCタイプの接着層厚さ $t = 60 \mu\text{m}$ の場合には印ろう形継手無しの場合と比較して約22%の曲げ静剛性の向上が認められる。またDタイプの場合はCタイプに比べ接着層面積が増大しているにもかかわらず剛性値は減少している。この結果は接着面積よりも印ろう形継手の形状に起因していると思われる。すなわち図3に示す変位量を見るとDタイプの場合にはL字形印ろうのコーナ部に加わる応力集中が大きく側壁の変位も増加し継手全体の強度が低下していると思われるが、Cタイプの場合には印ろうつば部分で変形を抑制していることが分かる。

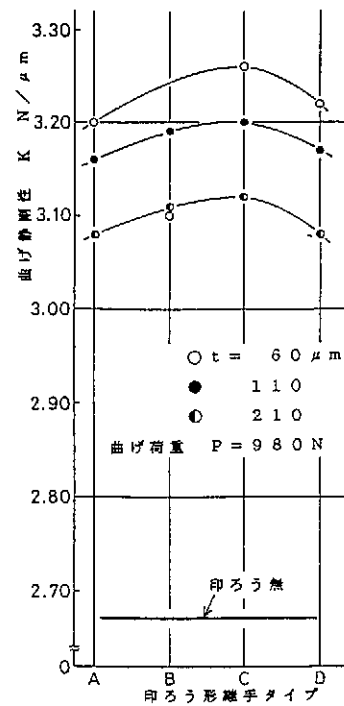


図2 曲げ静剛性に及ぼす印ろう形状の影響

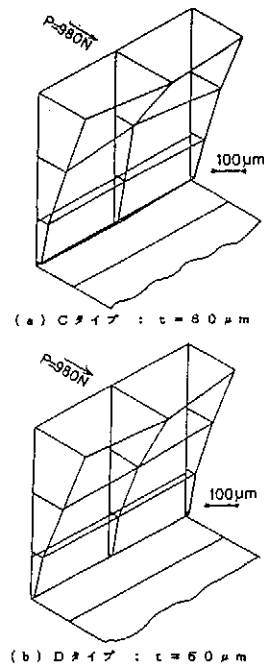


図3 側壁変位

次に、図4には接着層厚さの影響を検討した結果であるが各タイプとも曲げ静剛性は接着層厚さに依存し、厚さの増加にともなって低下していることが分る。さらに、図5にはDタイプを基本として印ろうのつば部分の長さを短くした形状について検討を行ったものであるが、Fタイプ（印ろう

のつば部分長さ5mm)の場合、曲げ静剛性値が増大を示し、つば部がないGタイプの場合は著しく低下し、印ろう無しの場合の値に近づいている。またこの結果は $t = 160 \mu\text{m}$ の場合であるが、Cタイプの $t = 60 \mu\text{m}$ の場合と同程度の値を示している。このことより、接着層厚さが厚い場合でも印ろう形継手の形状を改良することにより剛性の改善を計ることが分った。

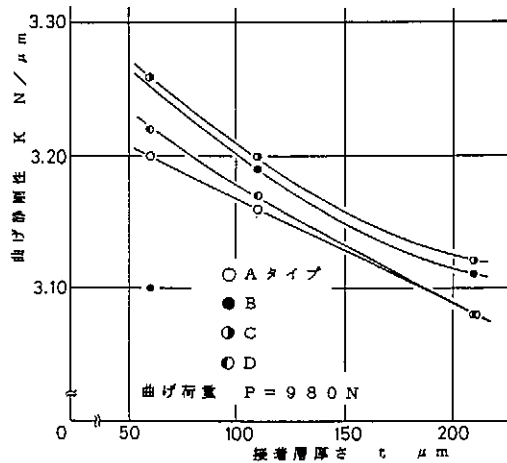


図4 曲げ静剛性に及ぼす接着層厚さの影響

3.2 動的特性

対数減衰率および固有振動数を検討した結果の一例を図6に示すように、接着層厚さの増加にともないA、CおよびDタイプの対数減衰率が低下する傾向が見られ、特にC、Dタイプのように接着面積が大きい場合に対して顕著である。この結果より接着層が厚い状態では、振動が吸収されにくいことがわかる。また、図に同時に示す固有振動数(1次)は、印ろう部溝深さが深い場合は浅い場合に対して、各接着層において固有振動数が高い値

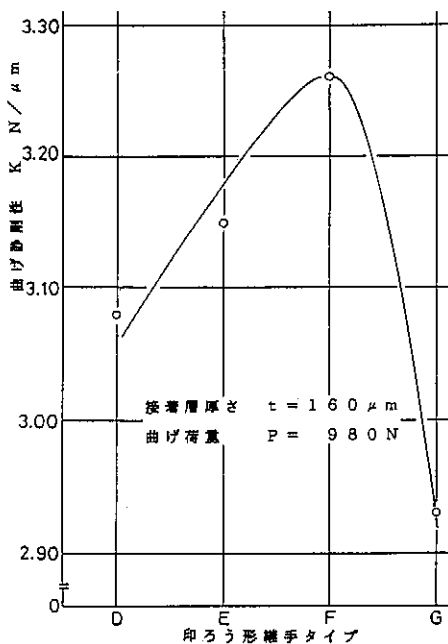


図5 曲げ静剛性に及ぼす印ろうつば部長さの影響

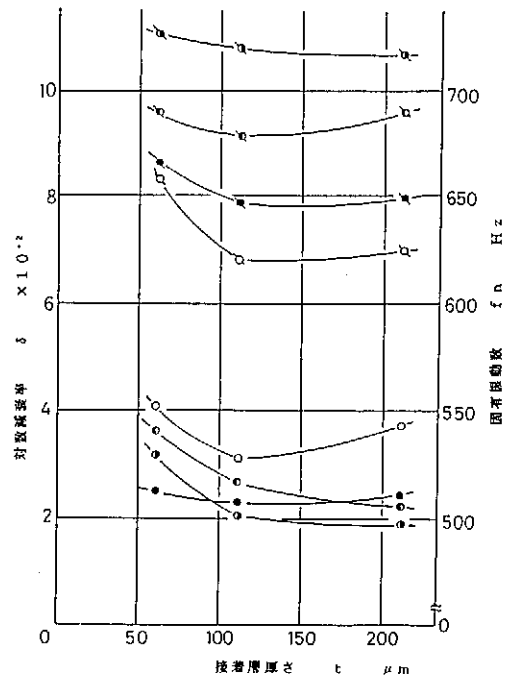


図6 接着層厚さと対数減衰率、固有振動数の関係

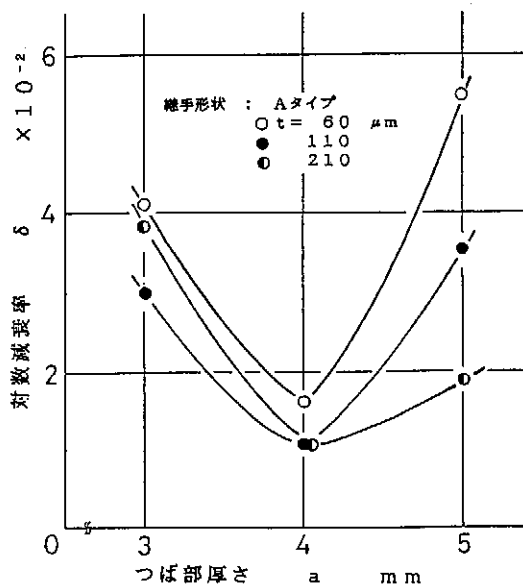


図7 対数減衰率に及ぼす印ろうつば部厚さの影響

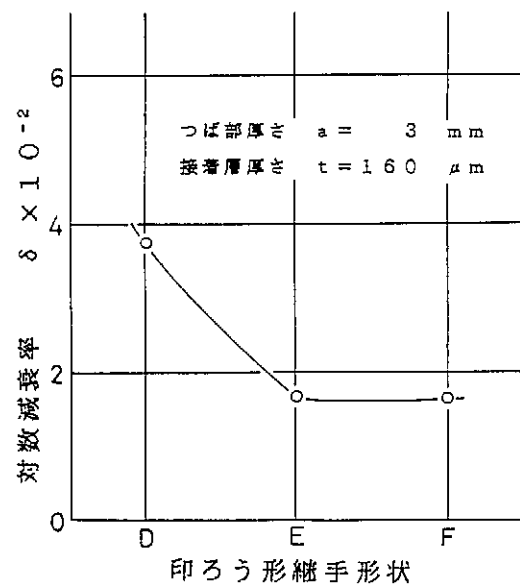


図8 対数減衰率に及ぼす印ろうつば部長さの影響

を示すことがわかる。この結果より、動剛性向上の対策としては接着層厚さを薄くし、固有振動数が低くなるような形状が有効といえる。次に、図7にはつば部厚さの影響を検討した結果であるが、つば部厚さが3および4mmの場合には接着層の違いによる対数減衰率の差はほとんど認められないが、5mmの場合には接着層の影響が認められる。また、各形状においても前述したように接着層の厚さの薄いタイプの場合に対数減衰率が向上されている。図8にはつば部長さの影響を検討した結果を示す。図から明らかなように、つば部長さの減少（接着面積が減少）にともない対数減衰率も低下している傾向がみられる。すなわち、動剛性向上の対策としてはつば部長さが長い場合に有効であり、つば部長さをある程度短くすると印ろう形継手の効果がなくなり動剛性能は低下する。

以上のように、印ろう形継手を採用したL字形接着構造の静・動剛性を検討した結果、印ろう形継手の効果とその基本特性を明らかにするとともに、形状を改良することにより剛性の改善を計れることが分かった。

4. おわりに

本研究は、(財)天田金属加工技術振興財団の研究助成金を受けて行ったものであることを付記し、関係各位に感謝の意を表す。

5. 発表論文

1) 鈴木・松田・野中・伊藤：接着接合部剛性に及ぼす印ろう形継手の効果、日本機械学会関東学生会第29回学生員卒業研究発表講演前刷集(1990-3)、173-174