

ソケット接合に関する基礎的研究

田中 淳也* 越智 内士**

Fundamental Study on Sleeve Joints

Junya TANAKA, Nobuhito OCHI

ABSTRACT

Recently, many disasters have occurred. Therefore emergency bridges are needed in recovery from disasters. Aluminum is lighter than mild steel, so accordingly the term of construction for emergency bridges is shortened, if aluminum is used as the main members. The sleeve joints are easier than the joints of weld and high strength bolts. Nonetheless, the ultimate strength of the sleeve joints is not investigated in the members made of aluminum.

In this study, experiments with beams with sleeve joints are carried out. According to these experimental results, the ultimate strength of the beams with the sleeve joints is estimated.

KEY WORDS : sleeve joints, ultimate strength, experiment,, beams

1. はじめに

近年地震などの災害が多く起こっており、災害復旧のため応急橋が必要となる可能性が高いと考えられる。アルミニウム合金は普通鋼に比べ高価であることなどから橋梁にはあまり用いられていないが、普通鋼より軽いアルミニウム合金¹⁾を応急橋の主要部材として用いることによって工期を短縮できると考えられる。また、ソケット接合²⁾を用いれば急速施工を行う場合他の接合法を用いるより有利であると考えられる。ソケット接合はコンクリート充填鋼管³⁾などの接合法として研究が行われているが、アルミニウム合金についてのソケット接合に関する実験等のデータは報告され

ていない。したがって、応急橋などにアルミニウム合金部材のソケット接合を使用するためには、これらの耐荷力特性を明らかにする必要があると考えられる。

そこでアルミニウム合金部材によるソケット接合の耐荷力特性を調べるために、曲げ実験を行った。また、ソケット接合はソケット部の長さを変化させることが可能であるため、ソケット部の長さを変化させて実験を行うことでソケット部の適当な長さを検討している。これらの実験結果をもとにソケット接合を用いたアルミニウム合金部材の耐荷力特性を明らかにしている。

2. 実験

2.1 供試体寸法

供試体材料は、アルミニウム合金押出形成(A6063S-T5)を用い、主部材の断面寸法は20×20×2.0

*明石高専専攻科 建築都市システム工学専攻

**明石高専 都市システム工学科 講師

(mm) を，ソケット部の断面寸法は $25 \times 25 \times 2.5$ (mm) を用いて供試体を作成した．供試体の断面寸法および形状を図1および図2に示す．

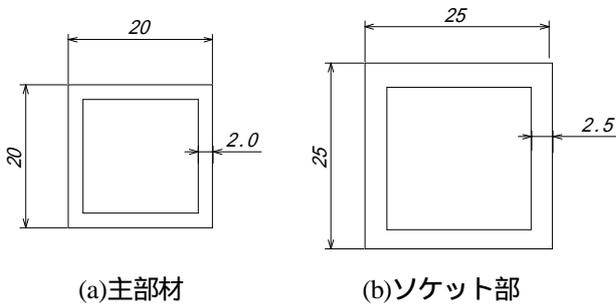


図1 供試体断面寸法(mm)

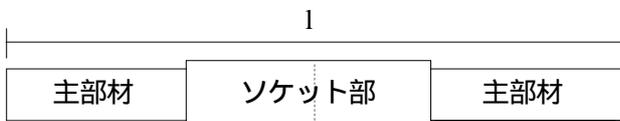


図2 供試体形状

また，本実験では二点荷重試験を行った．二点荷重装置の間隔を 15cm とし荷重位置で 3 等分するためスパンは 45cm で実験を行った．ソケット部の長さは $1/3.2, 1/5, 1/7, 1/9$ によって決めた．

本実験ではアルミ角パイプを構成している 4 つのパネルの幅厚比 b/t は 8.0 というようにとても幅厚比の小さな断面を用いており，梁部材の断面として全塑性状態になるまで板パネルに局部座屈が生じないコンパクト断面を用いている．

2.2 セットアップおよび断面力図

曲げ実験は万能試験機 (容量 2,000 kN) を用いて実験を行った．供試体を万能試験機に設置し，最大荷重に到達するまで荷重を与えた．

図3は曲げ実験に用いた万能試験機を示している．また図4は本実験に用いる梁の断面力図を示している．

本実験は二点荷重で行ったためソケット部ではせん断力が 0 となり曲げのみの力が作用している．二点荷重によって部材の曲げに対する強度を知ることができるため二点荷重を用いた．

2.3 ひずみゲージ位置

本実験の供試体にはソケット部にひずみゲージを 1 つの供試体に 20 枚貼りソケット部のひずみを計測した．ひずみゲージの貼り付け位置は図5および図6に示す．図5の上フランジ a 面にひずみゲージ 1,2,3 を，ウェブ b 面にひずみゲージ 4 から 10 を，下フランジ c 面にひずみゲージ 11,12,13，ウェブ d 面にひずみゲージ

14 から 20 を貼り付けた．



図3 曲げ実験に用いた万能試験機

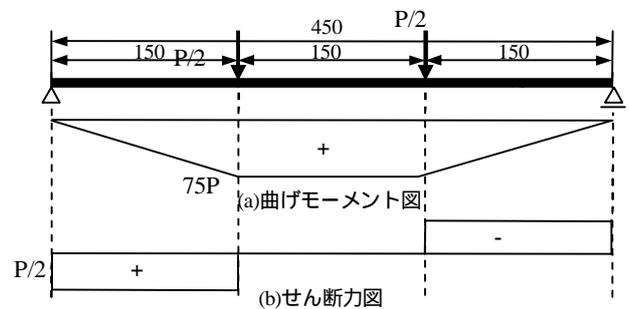


図4 梁の断面力図

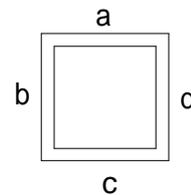


図5 ひずみゲージの貼り付け面

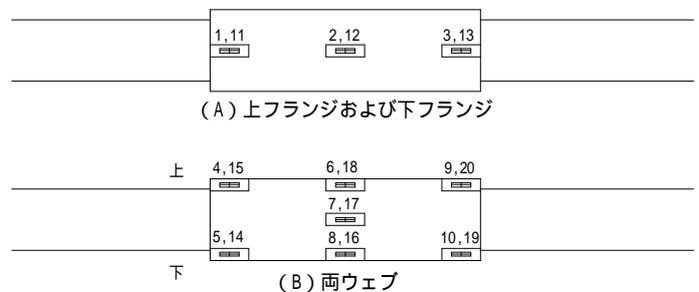


図6 ひずみゲージ貼り付け位置

2.4 実験結果および考察

2・4・1 荷重 - 変位曲線に関する検討

実験はスパン 45cm で行い、ソケット部の長さを 4 種類に変えて実験を行った。このときのソケット部の長さを表 1 に示す。また、図 7 は曲げ実験の荷重と変位 (試験機のストローク) の関係を示したグラフである。

図 7 より今回行ったソケットの長さではどの長さでも最大強度はほぼ変わらないということがいえる。しかし、ソケット部の長さを大きくした方が弾性域での荷重 - 変位のグラフの傾きが大きいことがわかる。これより、ソケット部が長い方が短い時に比べて荷重に対する変位の量が少ないことが言える。また、ソケット部が長い方が最大荷重後の荷重の低下が早いことが読み取れる。これはソケット部が長いことにより載荷点付近で主部材が拘束され、載荷点で局部応力が発生し、載荷点での下フランジのひび割れおよび上フランジの座屈が起こりやすくなったためであると考えられる。

表 1 ソケット部の長さ

供試体番号	スパンとの比	ソケット部長さ (mm)
1	1/9	50
2	1/7	64
3	1/5	90
4	1/3.2	140

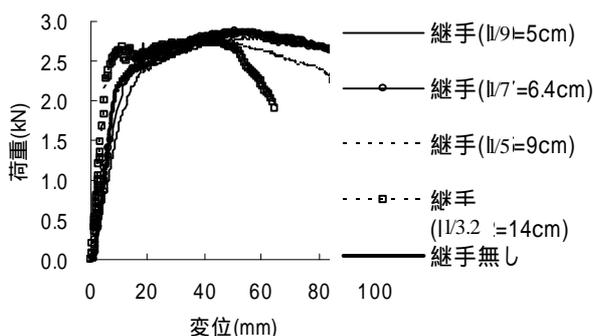


図 7 曲げ実験荷重 - 変位曲線

2・4・2 荷重 - ひずみに関する検討

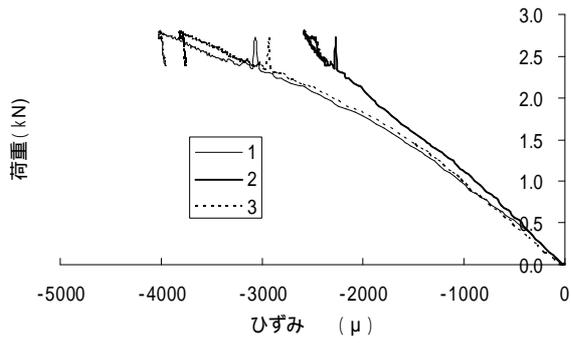
実験において、図 8 および図 9 によりソケット部の荷重とひずみの関係を調べた。2・4・1 の表 1 のように 4 種類の長さの供試体を用いたが、これらの図より大きく分けてソケット部の長いもの (1/5=9cm, 1/3.2=14cm) 同士ではほぼ同じ挙動を、またソケット部の短いもの

(1/9=5cm, 1/7=6.4cm) 同士でもほぼ同じ挙動がみられた。また、このソケット部の長さを 2 グループに分けることでそれらのグループ間において次のような特徴がみられた。図 8 は 1/7=6.4cm の場合の荷重とひずみの関係を、図 9 は 1/5=9cm の場合の荷重とひずみの関係を示している。

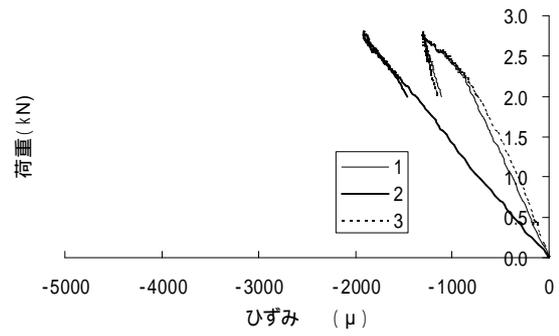
図 8 の(a)のグラフを見ると、点 1,3 のひずみが点 2 に比べて非常に大きいことがわかる。これよりソケット部上フランジ側では中央よりソケット端部の方がより力が加わっていると考えられる。次に図 8 の(c)の点 11 から点 13 の下フランジ側でみると点 12、つまり中央での変形が大きく、下フランジでは端部にはほとんど力は作用していないと考えられる。これらは図 10 に示すように変形によって下フランジの端部と主部材との間に隙間ができたため図 11 に示すような応力集中が生じたからであると考えられる。さらに、図 8 (b)および(d)より、ウェブにおいてもソケット部中央の下側 (点 8,16) に強い引張力が作用しているがソケット部の下側の端部にはあまり応力は作用していないことがわかる。また、応力とひずみの関係式 $\sigma = E \cdot \varepsilon$ より降伏ひずみを求めると、降伏ひずみ ε_Y ($\varepsilon_Y = \sigma_Y / E$) は 2.07×10^{-3} である。これより上フランジの点 1,3 や下フランジの点 12 などは降伏ひずみを超えているため塑性変形を起こしていることがわかる。このことより、図 11 のソケット部の場所に局部的に大きな応力がかかっていると考えられる。

図 9 はグラフの傾きの向きなど基本的な荷重 - ひずみ曲線の挙動はソケット部が短い場合 (1/7) とほぼ同じと言えるが、全体的にひずみが小さくなっていることがわかる。また、ソケット部が長い場合 (1/9) と短い場合 (1/7) との大きな違いは、上フランジの点 1,3 (図 9 (a)) と下フランジ点 12 (図 9 (c)), つまり図 11 に示しているような応力集中点のひずみの大きさに違いが見られる。さらに、短い場合 (図 8) は上フランジ中央の点 2 に比べ点 1,3 が大きくなっているが、長い場合 (図 9) では点 2 の方がソケット部の上フランジの端部の点 1,3 に比べてひずみが大きくなっているという違いも見られる。また、ソケット部の下フランジ中央の点 20 を見てもソケット部が短い場合の方が長い場合に比べてひずみが圧倒的に大きいことがわかる。このことから、ソケット部を長くすることで応力が局部的に集中しやすいところを補強できると考えられる。

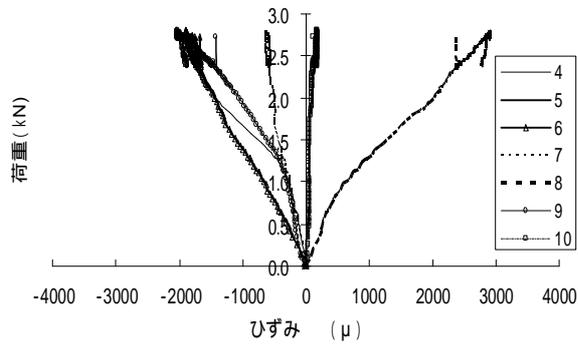
また、2・4 (1) および (2) の結果から、ソケット部は長くすればソケットにかかる応力を軽減させるこ



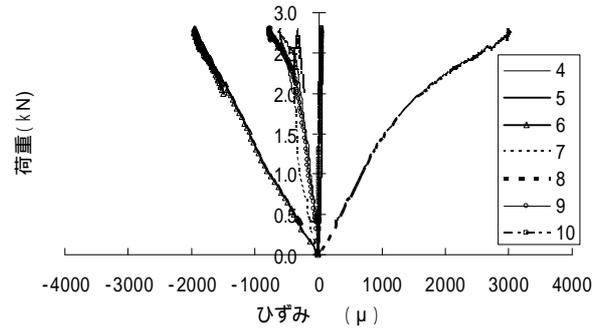
(a) 上フランジ (ゲージ番号: 1~3)



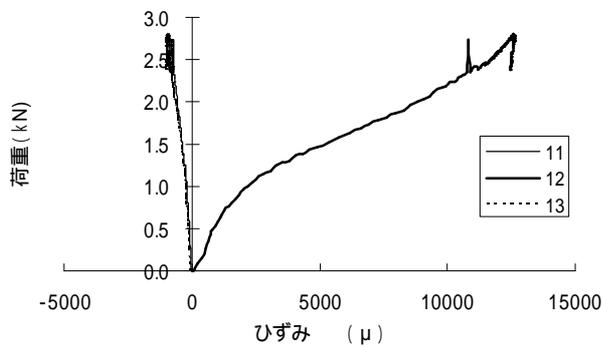
(a) 上フランジ (ゲージ番号: 1~3)



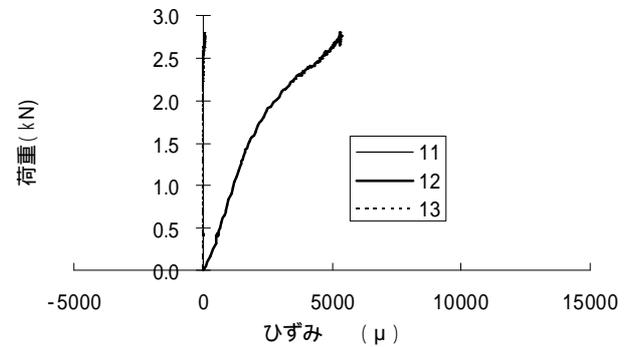
(b) ウェブ (ゲージ番号: 4~10)



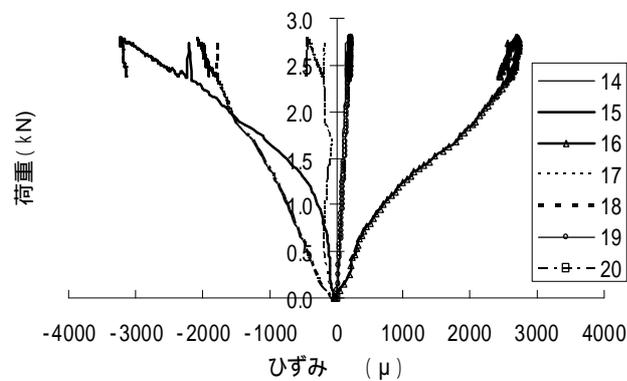
(b) ウェブ (ゲージ番号: 4~10)



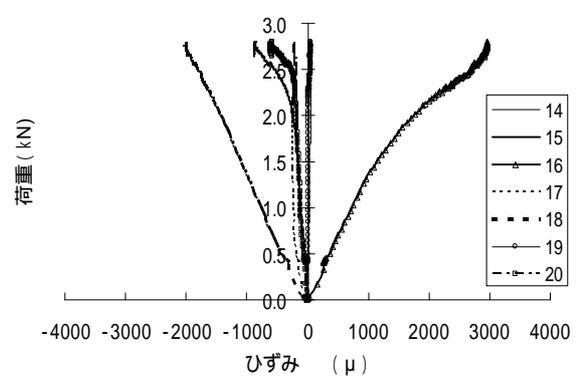
(c) 下フランジ (ゲージ番号: 11~13)



(c) 下フランジ (ゲージ番号: 11~13)



(d) ウェブ (ゲージ番号: 14~20)
図8 荷重 ひずみ図 (1/7=6.4cm)



(d) ウェブ (ゲージ番号: 14~20)
図9 荷重 ひずみ図 (1/5=9cm)

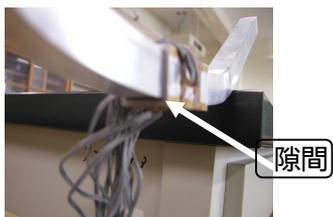


図 10 実験後の供試体

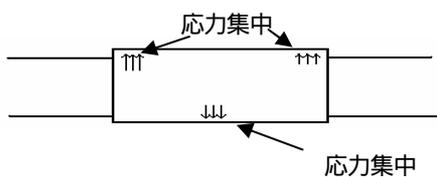


図 22 ソケット部応力集中場所

とができると言えるが、本実験のようなとても板パネルの幅厚比 b/t が小さいコンパクト断面をもつ梁においては、ソケット部を長くしすぎると荷重が最大荷重に達した後に耐力の低下が急になる恐れがあると考えられる。

3. まとめ

() 板パネルの幅厚比の小さいコンパクト断面を有

する梁の場合において、ソケット部の長さを変化させても継手無しの梁と比べて耐荷力の低下は見られなかった。

- () ソケット部が短い ($l/9=5\text{cm}$ および $l/7=6.4\text{cm}$) 場合では継手無しの場合と強度および挙動においてほぼ同等の傾向が見られた。また、ソケット部が長い ($l/5=9\text{cm}$ および $l/3.2=14\text{cm}$) 場合は継手無しの場合と強度はほぼ同じであるが、最大荷重に達した後の強度が急に低下する傾向が見られた。
- () ソケット部が短い ($l/9=5\text{cm}$ および $l/7=6.4\text{cm}$) 場合はソケット部が長い ($l/5=9\text{cm}, l/3.2=14\text{cm}$) 場合に比べて上フランジ両端部および下フランジ中央部に応力が集中しやすい傾向がみられた。

参考文献

- 1) 小林藤次郎：アルミニウムのおはなし，日本規格協会，pp. 69-117，2005.
- 2) 土木学会：FRP 橋梁 - 技術とその展望 - ，社団法人土木学会，pp. 108-109，2004.
- 3) 野澤伸一郎，木下雅敬，築嶋大輔，石橋忠良：コンクリート充填鋼管ソケット接合部の耐力評価，土木学会論文集 No.606，pp. 31-42，1998.