

東京都立大学 学生会員 竹内政之
 東京都立大学 正 会員 塚川浩南

1. 緒言

橋梁、船舶、圧力容器等の鋼構造物には、従来SM58までの鋼材が多く用いられてきた。しかし、近年構造物の大型化につれて、許容応力度の低い鋼材を使用したのでは部材断面が大きくなり、構造上種々の困難を招いた。したがって構造物の重量軽減等の面から強度のすぐれた鋼材への要求が強まってきた。と同時に近年溶接技術の飛躍的な発展によって、すべての構造物に対して溶接構造物が大幅に採用されるようになってきた。そのため、強度とともに溶接性の良い鋼材の使用が望まれるようになってきた。溶接継ぎにおいては、その使用性能が構造物上の要求を十分に保障するものであることが必要であるため、一般には溶接金属の強度は、母材の強度と同等又はそれ以上とすることが慣例とされている。しかし、溶接割れ感受性の高い高張力鋼の溶接で拘束の大きい厚板の溶接では、母材よりも強度レベルの低い溶接材料を使用すれば、割れ防止に必要な予熱温度を低減するのに有効であることも考えられている。この様な見地から本研究においては、MT60の母材をもつ溶接継ぎ試験片について曲げ試験を行い、試験片形状、間先幅、溶接金属の強度レベルの変化、ひずみ分布、最大ひずみ、曲げ角度、割れ等についての様に影響を与えるのか、またJISの圧力容器で規定されている標点間距離の取り方について若干の考察を行った。また試験片を母材と溶接部で機械的性質が不連続に変化しているものとみなし、曲率分布を求めたわみ曲線を出し異形の形状と比較した。それらの結果、ひずみ分布、最大ひずみ、曲げ角度、割れ、曲げ形状は主に、溶接金属の強度レベルの変化、間先幅、試験片幅に大きく影響されることになった。本研究では最後にその主眼を置き90度までは4点曲げ、以降180度までは自由曲げとし、高張力鋼溶接継ぎの曲げ特性について資料と与えた。

2. 試験片ならびに測定方法

供試鋼材は市販の60 kg/mm²級の調質高張力鋼で板厚は25mmである。鋼材の化学成分および機械的性質を表1、表2に示す。溶接材料は溶接金属の強度レベルが異なる6種類(母材の強度よりも柔らかいもの=M3, M4, M5; 以下50ftと称す。母材の強度とほぼ同じもの=M6, 母材の強度よりも硬いもの=M7, M8; 以下H&Vdと称す。)のM1G71Yを使用した。また試験片幅は35, 75, 125mmの3種類とし、間先幅は8, 11mm(各層1パス)14, 17, 20mm(各層2パス)の5種類の試験片を使用した。以下測定方法は、図1の様に、試験片中央の溶接部を含む80mmの長さにならって中央部と端部に2mm格子を付け、所定の角度まで曲げた後に10倍の目盛付きscale lupesをもって伸びを記録し、伸びを測定した。なお伸びの記録は試験片の長手方向とそれに垂直方向の2種類を行った。

3. 試験結果および考察

図2より、ひずみ分布の形状は大きく2つに分れることがわかる。一つはデボが50ftのもので、ひずみのピークがほぼデボ中央部に存在し山形の形状をなすタイプと、もう一つはデボがH&Vdのもので、ひずみのピークが

表1 鋼材の化学成分

C	Si	Mn	P	S	Cu	Ni	Cr	Mo	V	Ceq
0.14	0.34	1.24	0.009	0.01		0.01	0.03	tr	0.038	0.37

$$Ceq = C + Mn/6 + Si/24 + Cu/5 + Ni/40 + Mo/4 + V/14$$

表2 鋼材の機械的性質

降伏強さ	引張強さ	伸び	衝撃値 2mmVd -10℃
59 kg/mm ²	69 kg/mm ²	32%	19.5 kg-m

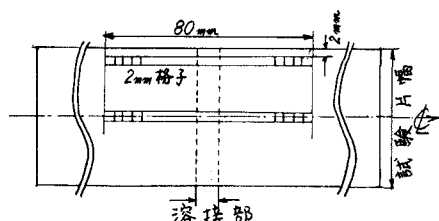


図1 試験片のけがき位置

一が熱影響部の軟化部は存在し双頭形の形状をなすものである。この傾向は曲げ角度が増すに従って顕著となる。したがって、デボがSofcなものではデボにおいて曲げ亀裂が発生しやすく、またデボがdardなものでは熱履歴の相異によって生ずる軟化部と硬い部が隣接するH.A.Z.において曲げ亀裂が発生しやすくなる。それゆえに、dardな溶接金属を用いた場合には、熱影響部の最高硬さを、予熱、後熱等の処理によって与えるだけおさえないければならない。またデボにおけるひずみ量と母材におけるひずみ量がちがう点になっているのが目につく。これは強度の弱い部分(Sofcの場合にはデボで、dardの場合には母材である。)に大きな負担がかかるため、母材部のひずみ量は一樣ではない。

図3は最大ひずみに及ぼす溶接金属の影響であるが、デボがSofcなものについては、その硬さに応じて曲げ角度が増すにつれて最大ひずみ量も増大してゆく。これに対してdardの場合には、ほとんど一定となって挙動するということである。これは、デボがdardの場合には、H.A.Z.の軟化部に最大ひずみが存在するために強く母材の影響を受けるためと思われる。

図4は溶接境界線から2mm(JISの規定では1.6mm)中心によった点と標点とした時の伸び率と曲げ角度の関係を示したものである。本試験ではデボがSofcなものは標点部のひずみが30%を越えてしまわなくて割れが生じているのに対し、デボがdardのものは、180度に曲げてもひずみが30%に達しないものもある。本報告ではデボがSofcなものとはdardなものでは本質的に伸びる位置が違っていることはさきに述べた。すなわちJISで言う標点間距離の位置は、デボがSofcなものはよく伸びる位置であるのに対し、デボがdardなものは伸びない位置なのである。その伸びが相違する位置を標点間距離と定めることはさきわめて不合理であるように思える。

図5は試験片の各点における計算による伸びと実際の形状を示したものである。なおここではエーメントヒッチのみが、降伏後ある硬化係数のもとに比例すると仮定し、中心軸からの距離を r として曲率 $\kappa = \frac{1}{r}$ を用いて伸び ΔL を計算し実際の形状と比較した。

5. 結論

- i) ひずみ分布、最大ひずみ、曲げ角度、亀裂角度は溶接金属の強度の変化、試験片幅、開光幅に左右された。
 - ii) 本質的伸び率と標点を定める位置との関係を考慮したうえで標点間距離を定めることが必要である。
 - iii) 曲げ形状に関しては、主に溶接金属の強度レベルの変化が大きく影響を受けることが明らかにされた。
- なお実験遂行等の働きを乞い、神戸製鋼溶接事業部および本研究室諸氏に謝意を表わす。

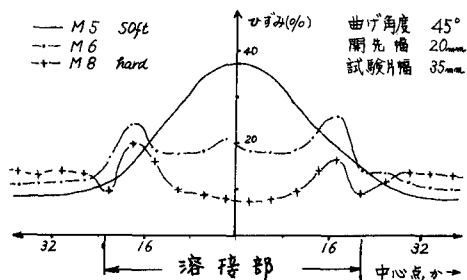


図2 ひずみ分布に及ぼす溶接金属の影響

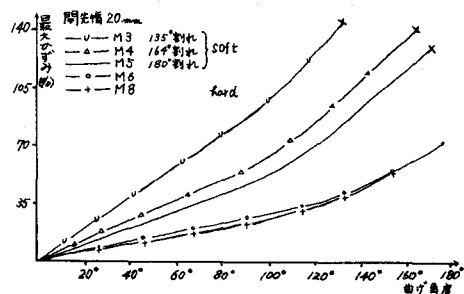


図3 曲げ角度と最大ひずみに及ぼす溶接金属の影響

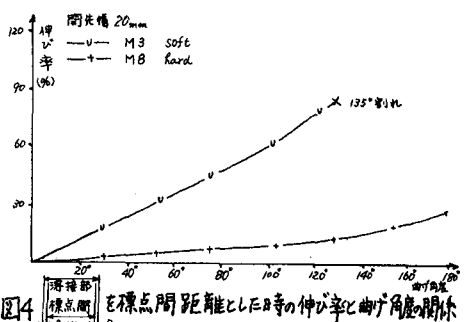


図4 溶接部を標点間距離としたときの伸び率と曲げ角度の関係

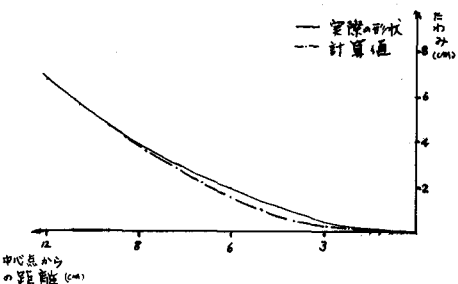


図5 試験片各点における実際の形状と計算値の比較