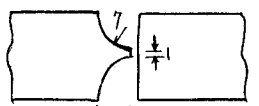


II-18 調質鋼の脆性破壊に関する研究

東京大学工学部	正員 工博	奥村 敏 恵
横河橋梁	正員	○ 明 石 重 雄
團 鉄		片 山 守 彦
東京鉄骨		稻 沢 秀 行

最近引張強さが 60 kg/mm^2 以上、降伏比が 80% 位を示し、しかも溶接性の良好な鋼材が特に球形ガスホルダー、水圧鉄管等の主として引張応力を受ける構造物に要求され生産されるようになった。また橋梁も支間が長大化するに従いこれらの鋼材を要求するようになる傾向にある。この代表的なものに2H鋼およびT₁鋼があげられる。2H鋼は熱圧延直後直ちに水焼入した後 $600 \sim 650^\circ\text{C}$ 程度に焼戻し処理を行って安定なソルバイト組織に調質し、引張強さと降伏比を高めた鋼である。同じような調質鋼であるT₁鋼と比較して見ると、T₁鋼では Ni , V , Mo 等の添加量が相当であるのに対し、2H鋼では Mn , Si が主成分であること、焼入れ操作が異なること、即ちT₁鋼では圧延冷却したものゝ再熱して水焼入を行っているのに2H鋼では圧延後の高温をそのまま利用して焼入れしている。このような相異はともかくとして熱処理によって調質したこの種の鋼材が、溶接により再び熱作用を受けるとその性質が劣化する危険性があるのでは無いかと懸念される。このように観念に立つて2H鋼の機械的性質が溶接によって如何なる影響を受けるかを調べたのがこの実験である。既に昨年材の疲勞強さに対する影響についてはその実験の一部を報告しておいた。その報告で示したように硬度分布とすると溶接熱影響部に明かに硬度の上昇している部分即ち硬化層と、硬度の低い部分即ち軟化層が存在し、それぞれの幅は溶接熱量に支配される。即ち溶接熱量の高いものは例え自動溶接によるものはその幅が広く、低いものはその幅が小さい。またこの軟化層がその疲勞強さを支配し、その幅の小さいほど疲勞強さの低下を示すことが確かめられた。本年度はこのように溶接熱影響部の存在が脆性破壊の発生に如何なる影響をおよぼすかを実験的に調べた結果を報告することにする。

このため先づこのように鋼材が溶接によってその近傍の性質が如何なる変化を示すかを調べたため、LB 62 (2H鋼)、LB 68 (T₁鋼) の溶接棒を用いて手溶接した。なお両者の



図一 溶接部形状

形状は図一に示すものを用い、溶接線より等しい距離に同じ条件の層が存在するように注意した。

脆性破壊発生の実験に先立つて溶接部および熱影響部の(1)マクロ組織の写真撮影、(2)硬度試験(ビッカース5kgf) (3)ミクロ組織の写真撮影、(4)Vノッチシャルピー試験 (5) ミクロ引張試験

(6) 降伏比と降伏点、降伏比の測定を行った。これらの詳細については記載は省略するが主要な特徴について述べる。次のようになる。

(a) 硬度試験によると、板の中心部は上層の溶接のため殆んど統一した現象を示さないが、上層部になると明かに硬化層、軟化層の存在が見られる。しかしT₁鋼が非常に明確

にその性状を示すのに比し、2H鋼ではその高低はそれほど著しく変り。なおT鋼は350以上の硬度を示す。(C) 熱影響部のVノッチニシャルピー値はSM41の場合のように低下部分を示す。従って溶接部降の条件は熱影響部の位置による差異はみとめられまい。

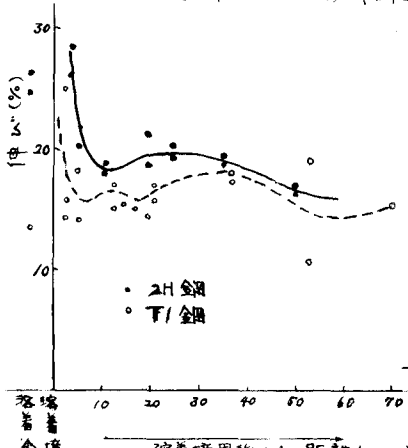


図-2 小型試験片による伸びの分布

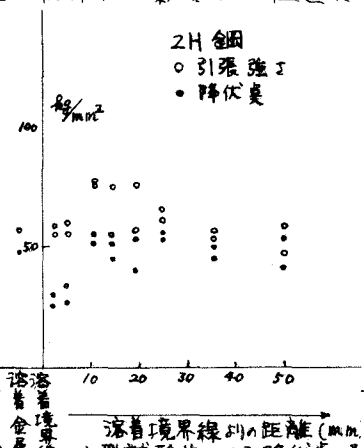


図-3 張強の分布

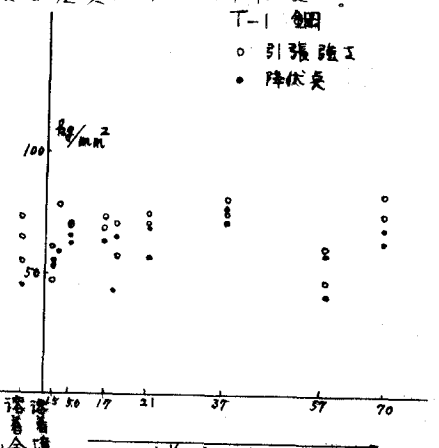
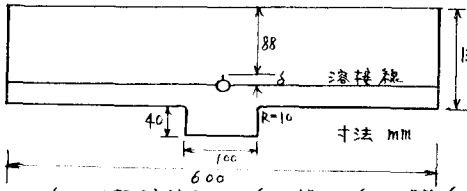


図-4 小型試験片による降伏点、引張強さの分布

(C) の引張試験片による結果は図-2, 3, 4に示すようであり、2H鋼でも明かにその軟化層、硬化層の存在が明らかとなる。

これより実験結果に基づき、溶接熱影響部の特徴を示すために切欠の先端における脆性破壊の発生の状態を調べた。試験片は光弾性実験による弾性計算を行った結果図-5に示す形式を採用した。試験温度は -20°C 、 -40°C の2つの場合について行った。なお破断部の板厚は



$\delta = 5\text{mm}$ 溶接部, $\delta = 1\text{mm}$, $\delta = 3\text{mm}$, $\delta = 12\text{mm}$

図-5 試験片の形状

20mmとなるように仕上った。切欠の先端は溶接部、硬化層、軟化層、母材部の4通りとした。

2H鋼の最大荷重は175~180tで熱影響部による変化は殆んど認められまい。温度による変化は -40°C に至ると、その溶接部降の部分に明確な脆性破面を示すが、 -20°C ではすべて延性破面を示す。

なお脆性破面を示す方が最大荷重は数tの増減を示している。一方降伏荷重はエネルギー曲線より明確には認め難いが、熱影響部では一般に母材より低下している。しかし明かに脆性破面の場合の降伏荷重は延性破面の場合より高い。T鋼の場合には両者とも2H鋼の場合よりむしろ低い値を示している。破断線長は延性破壊の場合、脆性破壊の場合の約0.94倍に達する。この値を応力と比較すると修正最大荷重の比は母材の脆性破面を示す場合とすると2と次第に示すものとなる。これによれば脆性破面即ち -40°C の試験温度の場合 -20°C の場合より数%低くなっている。なお吸収エネルギーの比較をみると延性破面と脆性破面を示す場合の相違ははっきりしてくる。即ち母材の延性破面と吸収エネルギーとすると、

切欠先端位置	母材	硬化層	軟化層	溶着金属
試験温度	-40°C	-20°C	-40°C	-20°C
修正最大荷重	1	1.005	0.995	1.013
			0.993	1.034
				0.961
				1.000

硬化層の脆性破面では約5%に低下する。しかし2H鋼の脆性破壊発生には溶接の影響はこの温度の範囲内では殆んどないといえる。