

広島工業大学 正員 皆田 理
 神戸大学 正員 西村 昭
 松尾橋梁 正員 高原 璋平

1. 緒言 鋼構造物の溶接施工過程において生ずる欠陥は、繰返し荷重を受ける構造部材においては、疲労強度の低下に対して極めて大きな影響を及ぼす。溶接部に欠陥が生じた場合、継手疲労強度の低下率は、その欠陥の大きさ、数、位置、および欠陥相互の位置関係などによつてそれぞれ異なるものと考えられる。本報告は、継手の溶接部に包含される欠陥が疲労強度に与える影響をみようとするもので、前報告¹⁾の試験結果に、その後の試験結果から得られた資料を追加して検討を加えたものである。

2. 供試体 供試体の形状、寸法は図-1に示す通りである。溶接部に人工的に包含させた欠陥は、JIS Z 3104に規定する第1種欠陥(ブローホール、スラグ巻込みなどれみを帯びた欠陥)とした。使用した鋼板はSS41, SM50Y, およびSM58の3種類とし、これらの鋼板から作製された供試体は、全て放射線透過試験、および超音波探傷試験の非破壊試験を行ない、現行JIS規格に従つて欠陥の等級分類を行なった。また上記2法の非破壊検査に加えて、実欠陥等級判定法として、溶接部疲労破壊後、断面内に包含されている欠陥量を測定し総断面に対する欠陥率を0~1%, 1~3%, 3~6%, および6%以上に分類し、それぞれ欠陥1級、2級、3級および4級として等級分類を行なった。表-1は使用した各鋼板の機械的性質を示す。

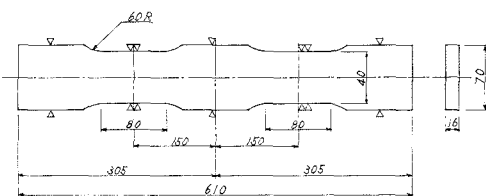


図-1 供試体

表-1 鋼板の機械的性質

鋼板	供試体		降伏点 (kg/mm^2)	引張強さ (kg/mm^2)	伸び (%)
	幅(mm)	厚さ(mm)			
SS41	40.1	15.6	31.8	48.8	30
SM50Y	39.9	15.7	37.7	53.3	27
SM58	25.1	16.2	58.4	66.2	38

3. 試験要領 疲労試験は50t電気油圧試験装置を用いて下限荷重 1^{t} ($0.6 \text{ kg}/\text{mm}^2$)とする正弦波部分片振引張荷重によつて行なった。

4. 試験結果および考察 図-2, a, b, cは鋼板SS41を用いた溶接欠陥継手の疲労試験結果から3種の欠陥判定法ごとに、それぞれ欠陥1級、2級、および3級に分類し、S-N線図を描き、繰返し数 5×10^5 回、および 2×10^6 回疲労強度を求めて欠陥判定法別に図示したものである。前報において報告した

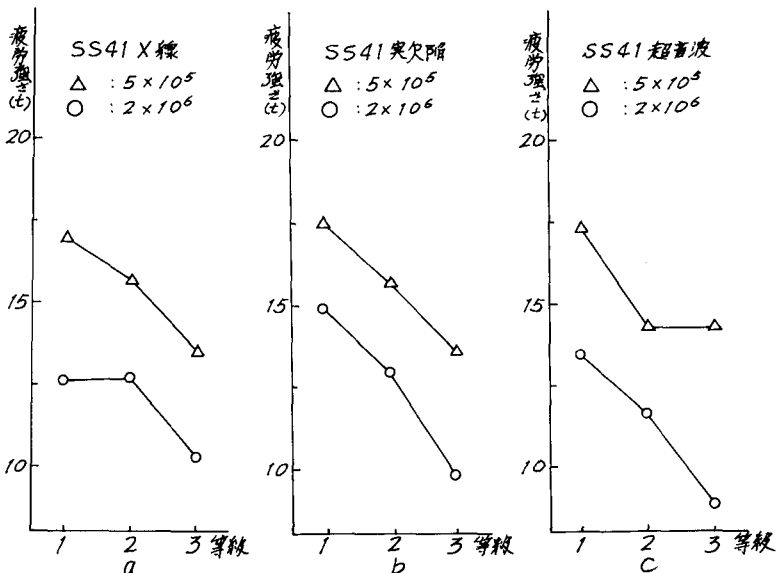


図-2 欠陥等級と疲労強度の関係

ように欠陥判定法によって生ずる 2×10^6 回疲労強度の変化は各鋼板いずれの場合も実欠陥等級判定法による疲労強度と超音波探傷試験による疲労強度とはほぼ等しい値となる。また3種の欠陥判定法では放射線透過試験法によって欠陥判定する場合、一般に最も高い疲労強度を示す。さらに欠陥等級の上昇に伴う疲労強度の低下の傾向は、実欠陥等級判定法ではSM50Yの場合少しばらつくがほぼ直線的に低下する。これに対して放射線透過試験法、および超音波探傷試験法では、上記実欠陥等級判定法の場合のような明瞭な傾向はなく、特に鋼板強度が高く欠陥等級2級以上では疲労強度のばらつきは激しいものとなる。一般に継手の疲労強度の低下率は、欠陥検査法にかかわらず鋼板強度の上昇に伴って小さくなる。これは、鋼板素材の疲労強度の低下率がその降伏点

あるいは引張強さに対して軟鋼よりも高強度鋼において大きいと反対の傾向を示すものである。図-3はSS41継手の放射線透過試験によって得られた欠陥点数とそれらの疲労強度との関係を示したものである。図中欠陥点数5点、あるいは12点付近において疲労強度のばらつきが非常に大きい。この原因はこれらの欠陥を有する供試体の数が非常に少なかったため正確な疲労強度の平均値が得られていないことに起因していると考えられる。現在これらの欠陥点数を有する供試体について追加疲労試験を実施中である。しかしながらこのような欠陥点数と疲労強度との間に強度的ばらつきはあるものの、疲労強度が欠陥点数の増加に伴って低下の傾向を示すことは容易と推定される。そこで、図-3の關係が欠陥点数の増加に従って直線的に低下していくものと仮定して、実欠陥等級判定法によって得られた欠陥1級、2級、および3級における疲労強度と対応させると、実欠陥等級判定法によって得られる欠陥1級の継手の疲労強度は欠陥点数2点に、2級では5点に、また3級では10点に対応する。同様にSM58を使用した継手では、実欠陥1級は欠陥点数1点の強度に、2級では3点に、3級では10点に、また4級では14点に対応することになる。本研究の範囲で推察するならば、高強度鋼(SM58)を使用した溶接継手の欠陥判定法として現行JIS規準における欠陥点数の分類方法を用いるならば、軟鋼の場合と同様の欠陥等級判定が得られるものと考えられる。

結言、本研究は溶接部に人工的欠陥を作製して、溶接内部に生じた実欠陥量と疲労強度との関係を現行JIS規準による欠陥判定法によるものと対比しながら検討した。本報告では言及していないが、継手内部の欠陥の位置は、それが同一欠陥量であっても発生点によっては継手の疲労強度の低下に極めて大きい影響を及ぼすことも考えられる。また第2種、3種の欠陥は疲労強度の低下に対してさらに大きな影響を及ぼすことも報告されている。今日における大型溶接構造物に対する継手の安全性向上に対しては、非破壊検査技術の向上、開発と共に、上記要因に対してさらに多くの実験資料集積のもとに検討を行っていく必要があるように思われる。最後に本研究は昭和52年度文部省科学研究費補助金によって行われたものの1部であることを付記する。

参考文献：1). 皆田、西村、高原：溶接欠陥が疲労強度に及ぼす影響について、第32回土木学会年次講演集、昭和52年

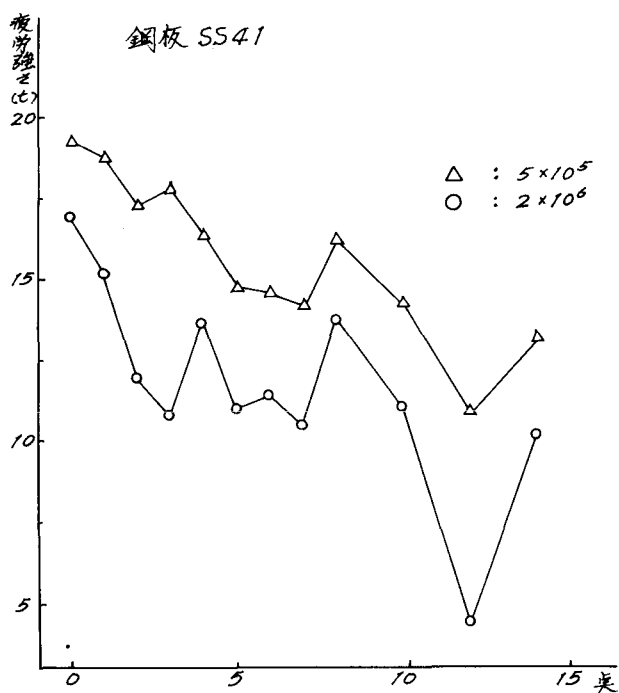


図-3 欠陥点数と疲労強度との関係