

溶接欠陥を有する各種鋼材継手の疲労強度について

神戸大学 正員 西村 昭
 広島工大 " 〇皆田 理
 松尾橋梁研 " 高原 璋平

1 まえがき、溶接欠陥を有する継手の繰返し荷重に対する強度を検討するため、各種鋼材につき、突合せ溶接部に作爲的欠陥を有する供試体の疲労試験を行、た。すなわち、欠陥の量、位置などが疲労強度に及ぼす影響について検討し、また非破壊検査、すなわち、放射線透過試験、および超音波深傷試験（以下それぞれRT、UTと略称）によってJIS分類した欠陥レベルにおける疲労強度を、実欠陥から求めた疲労強度と比較、考察したものである。

2 供試体、および試験方法、供試体は図-1に示す。試験時間の短縮のために、1供試体につき2ヶ所の溶接部を有するものである。鋼板はSS41 ($\sigma_y = 28 \text{ kg/mm}^2$, $\sigma_B = 45 \text{ kg/mm}^2$), SM50Y ($\sigma_y = 41 \text{ kg/mm}^2$, $\sigma_B = 57 \text{ kg/mm}^2$), および SM58 ($\sigma_y = 56.5 \text{ kg/mm}^2$, $\sigma_B = 65.5 \text{ kg/mm}^2$) の3種類で

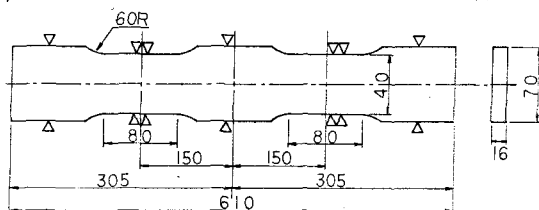


図-1

それぞれD4301, D5016, およびD5816の溶接棒を用い手溶接した。溶接欠陥はブローホールである。疲労試験は、下限1秒の部分片振荷重で、繰返し速度毎分600回で行った。

3 試験結果、および考察、図-2はRT, およびUTにより事前に判定した欠陥レベルと、継手疲労破断後、その破断面から求めた実欠陥判定レベルとの関係を示したものである。図のよう

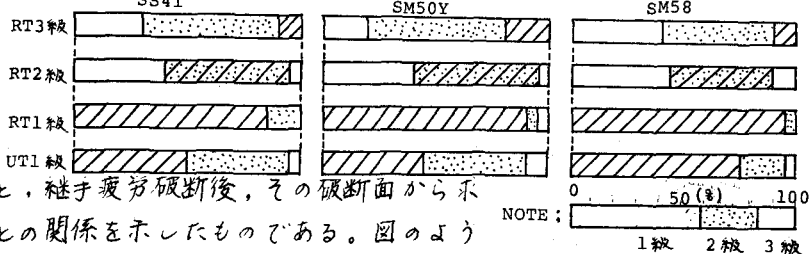


図-2

に、非破壊検査により判定した欠陥レベル内には、それと同じ実欠陥判定レベルのものと同時に、その他のレベル（1, 2, 3級のいずれか2つ）のものも含まれ、前者の占める割合は、RTの場合、非破壊検査判定レベルが1級（欠陥少）のときは85~95%, 2級のときは45~55%, 3級（欠陥多）のときは10~20%となった。これは欠陥が増加した場合、継手の品質を過少評価する可能性が大きくなることを示す。一方、UTの場合、大部分の継手が1級と判定されたが、その中には実欠陥判定2級の継手が20~45%含まれている。この事実は、RTが欠陥の少ない1級の場合には比較的高精度で判定されるのに対して、UTではその精度がかなり低下し、従来から指摘されているブローホールの判定にはRTほど適していないことを示している。表-1には、非破壊検査によって分類した各欠陥レベルに対する疲労強度を示す。これによると各鋼種の継手ともにRTの場合、欠陥1級では実欠陥から判定した1級とほぼ等値とな

る。これに対して2級では、実欠陥判定の場合が約10%低値となり、RT判定が厳しいことを示している。また同試験法では、SM58継手では1級に対して2級の強度は約15%低値となるが、SS41、およびSM50Y継手では1、2級による強度差はほとんどない。これは図-3に示したRTにおける判定規準となる欠陥点数と疲労強度比 σ_D/σ_y (σ_y は溶接棒の降伏点)との関係から明らかである。すなわち、各鋼種の場合ともに2~3点付近で凹部が生ずるが、0~6点(0~2点; 1級, 3~6点; 2級)の強度差は非常に小さいことに起因している。さらに同図より欠陥点数の増加に伴う σ_D/σ_y は、一般に認められている鋼材の疲労性状と同様に鋼板強度の上昇と共に減少し、SS41、およびSM58で欠陥0.75、および0.6、となる。これは、溶接欠陥を有する継手の疲労強度が欠陥の数よりも欠陥の存在によって影響を受ける傾向が強く、1個の欠陥に対する応力集中が支配的であることを示している。

図-4は、破断面から求めた実欠陥率と疲労強度との関係を欠陥が、継手表面に極めて近いものから求めたもので、同図中1、2、3、および4の点は欠陥が断面中央付近にあるもので考慮の対称としなかった。SS41継手の疲労強度が、欠陥率の増加に伴って一様減少の傾向を示すのに対して、SM50Y、およびSM58継手の欠陥率約2%以上では強度低下率は極めて小さく、ほぼ一定値に漸近する。この事実を図-2の結果と

合せて考慮すると、RT判定が、軟鋼を使用した継手よりも高張力鋼を使用した場合により適確な判定を期待し得るものと考えられる。次に欠陥が継手の中央に位置するものと表面に位置するもの(表面に現われてはいない)とについて欠陥率1~2%のものを寄せ集めて疲労強度を求めた結果、前者は後者に比して約8~23%高い強度を示し、鋼板強度の上昇に伴って表面に近い欠陥の影響を強く受け、強度低下は著しいものとなる。

4 むすび、本報告は溶接部に発生したブローホールの量、位置が疲労強度に与える影響、および現行JIS非破壊検査レベルと疲労強度との関係について述べた。前述のように、欠陥レベルが低くなると欠陥レベル中に他の欠陥レベルのものが多数含まれることとなり、疲労破壊に直結する欠陥の判定が非常に困難であることを示している。今後各種の欠陥と疲労強度との関係について、HT80の場合を含めて研究を進めらる予定である。

表-1 [kg/mm²]

鋼種	判定(級)	判定方法		
		放射線	超音波	実欠陥率
SS41	1	25.6	23.0	24.9
	2	24.6	—	22.7
	3	21.3	—	22.4
SM50Y	1	25.2	22.9	26.7
	2	25.4	—	23.3
	3	21.5	—	—
SM58	1	29.8	25.9	28.0
	2	25.2	29.1	22.9
	3	22.3	—	—

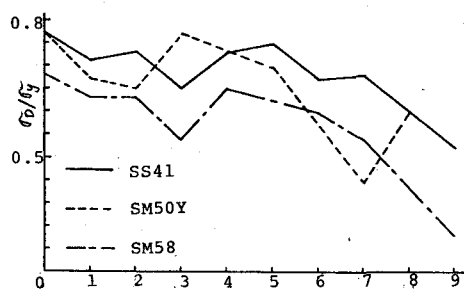


図-3

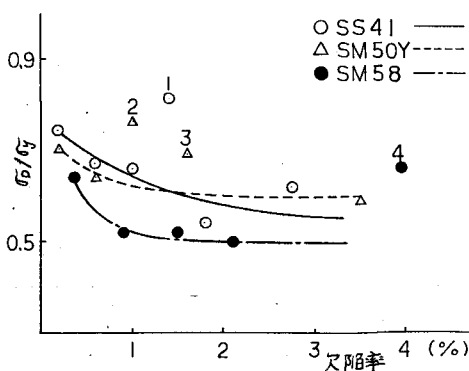


図-4