

I-44 継手疲労試験結果のはらつきについて

神戸大学工学部 正員 西村 昭

可能な範囲で試験条件を同一にして疲労試験を行なつても、疲労寿命は各供試体ごとにかなりばらつくことは、古來經驗的に認められてきたことであつて、それらのばらつきが単に試験に伴う誤差のみに起因するものでなく、材料の本質的性質によるものであることが明らかにされている。継手供試体の場合には、このような本質的なばらつきと同時に、継手製作上の誤差が重要な役割を果すことになり、継手許容応力の選定に際しては、このばらつきを充分考慮する必要がある。

従來の継手疲労試験においては、このばらつきに対する考慮は必ずしも充分ではなく、また試験結果の取扱ひに不適当と思われる点も見出される。本研究においては、このような疲労寿命のばらつきに関連する2, 3の問題について、巨視的な立場から論じた。なお、これとやや趣が異なるが、継手疲労試験時間の短縮の問題についても触れた。

1. 時間強度推定誤差

疲労試験の目的は、一般にはある特定の繰返し数に対する時間強度を求めることにある。たとえば、ある特定の下限応力に対する時間強度を選定する場合には、上限応力を数段階選び、各段階で得られる疲労寿命実測値に平滑なS-N線をあてはめ、これより時間強度を求めている。

[図-1参照] この際、各応力段階における実測値は、疲労寿命母集団から抽出された標本と考えられるから、あてはめをいかに厳格に行なつたとしても、そのS-N

線が most probable なものであるとの保証は得られない。また、これから推定される時間強度も当然誤差を含むことになり、この誤差の大小は応力段階数、及び同一段階での実測値数に依存する。

疲労試験が時間的に制約されるため応力段階数を充分多く採り得ない場合、あるいは疲労寿命の比較的短い、高い上限応力段階を重疊的に試験して、長い疲労寿命に対する時間強度を推定しようとする場合などにおいては、実験結果に対する信頼度を向上せしめられ、時間強度推定誤差を把握しておくことは極めて重要である。

2. 供試体形状と疲労寿命

図-2は溶接部疲労強度を知るための継手供試体の一例である。このうち、(a)と(d)、(b)と(e)、(c)と(f)とはそれぞれ同一条件で設計されるが、左側の三層に対して右側の三層はそれぞれ2倍の破壊可能個所を有する。従来では(a)と(d)、(b)と(e)、(c)と(f)の疲労寿命はそれぞれ

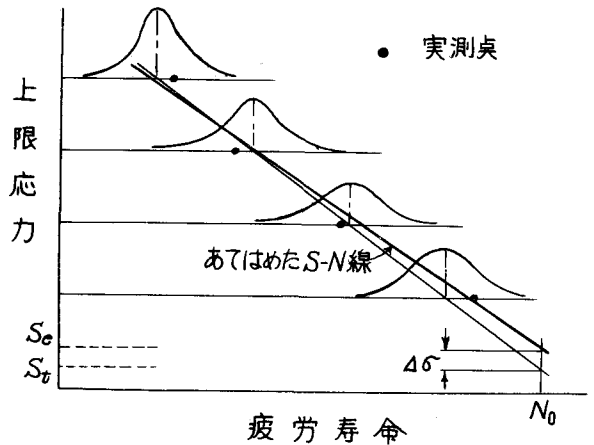


図-1

れ対等に取扱われているが、各組の前者の示す疲労寿命実測値は、疲労寿命母集団からの1個の標本値であるに対し、各組の後者のそれは母集団からの2個の標本中の小さな方の値であることに注目すれば、この両者は当然区別して処理する必要がある。右に掲げた表^{*}は正規母集団 $\{m; \sigma\}$ から抽出した n 個の標本値中の

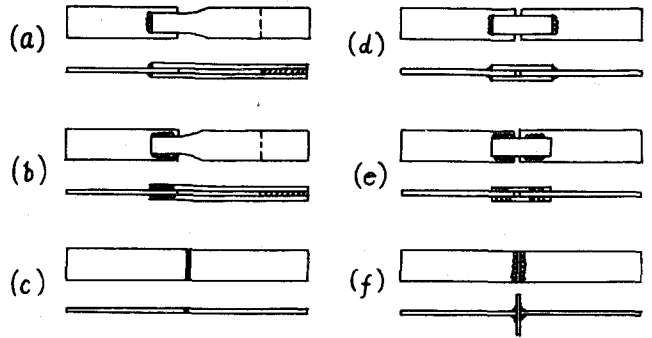


図-2

最小値の分布を示したものである。この表を利用すれば、前記の両者の差を定量化することが可能である。この場合、図-2の右側の型式の供試体から得られる実験値と設計資料として利用することは、いうまでもなく安全側である。

以上より、継手供試体の設計に際しては、試験目的をよく理解し、必要とする資料が正しく得られるよう配慮が必要である。また、カップラーで鋼棒を複数個連結したものの強度を論ずる場合も同様であって、各鋼棒要素中の最小強度のものによって連結材の強度が支配される。

3. 疲労試験時間の短縮

鋼棒ねじ部の疲労試験のような場合には、カップラーで供試体を複数個、例えば n 個連結した状態で疲労試験を行うと、この中で最長の疲労寿命に対応する試験時間内に n 個の実測値が得られ、試験時間は著しく短縮される。また、その他の場合でも、疲労寿命分布が既知であれば、疲労破断期待個所を複数個有する供試体を用いると、表の関係を利用して単一疲労破断個所の供試体の時間強度が求められる。この際、表から明らかになるように、 n の増加による疲労寿命の低下、従って試験時間の短縮が期待され、同時に標準偏差の減少による時間強度推定誤差の減少が期待される。

以上3項にわたり概念的に述べたが、具体的な例、実験結果などについては講演当日にゆずる。

標本数 n	最小値平均値	同標準偏差
1	m	σ
2	$m-0.56419\sigma$	0.8257σ
5	$m-1.16297\sigma$	0.6690σ
10	$m-1.53875\sigma$	0.5868σ
20	$m-1.86747\sigma$	0.5251σ
60	$m-2.31928\sigma$	0.4545σ
100	$m-2.50759\sigma$	0.4294σ

* L. H. C. Tippett : On the Extreme Individuals and the Range of Samples Taken from a Normal Population, Biometrika, Vol. 17, pp. 364-387 (1925).