

溶接継手の変動荷重による挙動

名古屋大学

○奥原 祐治

名古屋大学 学生員

程 小華

名古屋大学 正 員 山田健太郎

名城大学 正 員

近藤 明雅

1. はじめに

近年の高度経済成長に伴って増大した交通輸送量は、様々な影響を橋梁に与えてきた。その要因の一つに、過積載の車両の通過によるものを挙げることができる。一般に、通過車両の重量分布と通過頻度が概ね明らかである鉄道橋に比べ、道路橋は、走行車両の重量分布・頻度とも完全に把握されてはいない。このことが、道路橋の疲労寿命評価を困難にしている。さらに、道路橋の耐久性を評価する上で、溶接継手の疲労寿命評価手法が不可欠である。これまで、一般にMiner則に基づく評価手法が用いられて¹⁾、一定の成果を挙げてきたが、この手法では長寿命域での疲労寿命評価や過荷重 (overload) による影響は評価できない。例えば、低応力範囲・長寿命域ではMiner則は安全側の予測を与え、道路橋での過積載トラックや、鉄道橋での特大貨物列車等による影響は考慮できない。本研究では、以上のような載荷状況のうち、特にoverloadの影響を疲労き裂の進展挙動の観点から検討する。

2. Overloadの効果

過去に行われたアルミニウム等による実験²⁾によると、overloadは、それに続く疲労き裂進展挙動に著しい変化を与える。図-1に示すように、overloadを与えると一定振幅の繰り返し荷重を載荷したときに比べ、疲労き裂の進展速度が遅くなったり (crack growth retardation)、あるいは、停留するということが報告されている。これを図-1に当てはめると、Line1は定振幅引張荷重を加えた時のものである。overloadが載荷されたとき、a-N曲線はその影響を受けてき裂進展速度 da/dN が小さくなり、Line2をたどるようになる。しかし、ある回数の繰り返し荷重を受けた後に、Line1のき裂進展速度と等しくなる。この現象は、overloadの強度、応力比、材質のパラメータ等が影響すると考えられているが、これらの数値がある条件を満たしたときには、疲労き裂は進展することなく、停留することが明らかになっている。しかし、構造用鋼に関して、その依存度の相関関係が十分に明らかになっているとは言い難い。

3. 実験目的

本実験では、overloadの比 (σ_{OL}/σ_{max})、及び回数 (N_{OL}) がどの程度疲労き裂進展速度に影響を与えるのかということに注目する。overloadの強度、及び発生頻度を3種類の載荷条件に理想化して、計9体の試験片について測定を行い、疲労き裂進展速度 da/dN を求める。載荷条件には、比較のため定振幅引張荷重試験 (CA試験) を加える。

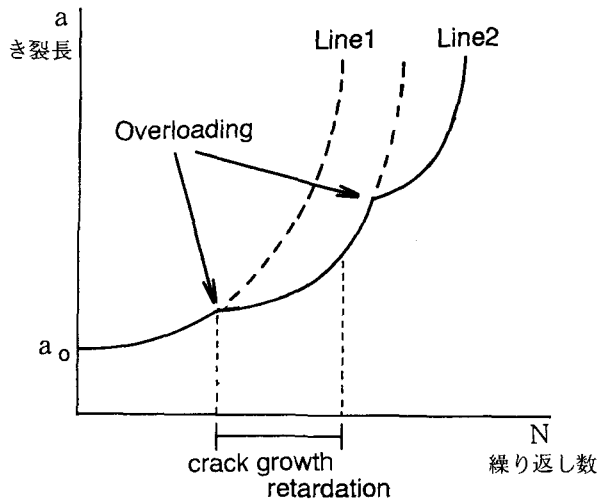


図-1 Overloadによるcrack growth retardationの概念図

4. 実験方法

本試験には油圧式MTS25tf試験機を用いる。試験片は、図-2に示すようにJIS SM520B材を用い、幅200mm、厚さ10mmの引張試験片である。試験片中央部に疲労き裂発生を促進するため、まずφ2mmの孔をあけ、そこから引張方向と垂直に長さ4mm、幅0.2mmのノッチを放電加工によって入れる。試験片表面は、顕微鏡で疲労き裂進展を追跡するのを容易にするため研磨する。載荷荷重は、 σ_{max} 、 σ_{min} が一定である定振幅の引張繰り返し荷重を載荷して疲労き裂を進展させ、図-3に示すような条件のoverloadをかけて、その後のき裂長 a 、及び繰り返し数 N を定期的に顕微鏡で測定する。なお、測定から得られる $\Delta a/\Delta N$ は疲労き裂進展速度 da/dN と、ほぼ等しいと仮定する。

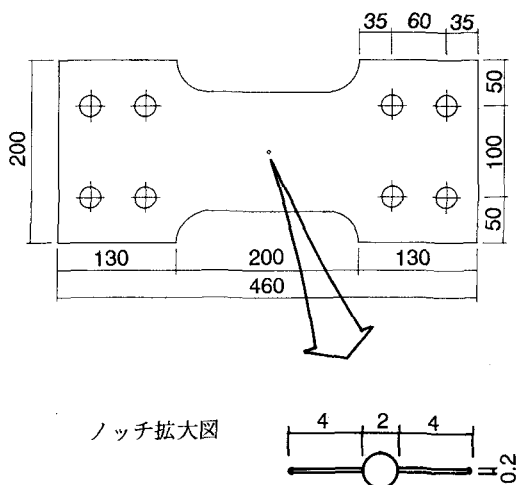


図-2 試験片の諸元

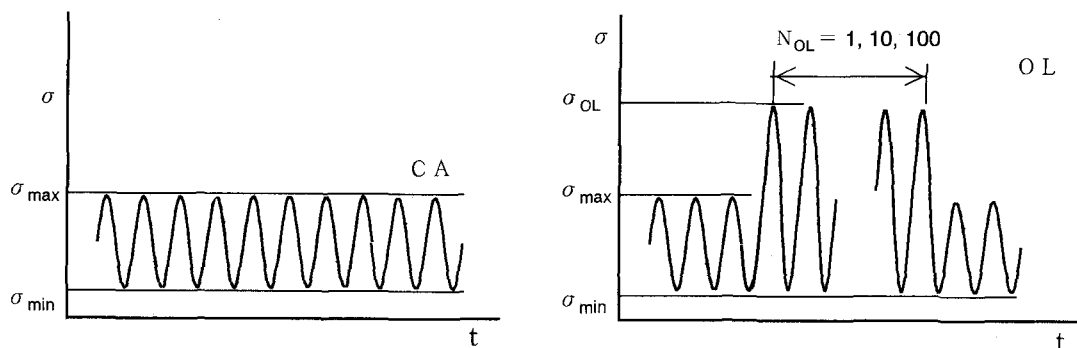


図-3 実験に用いる定応力振幅波形(CA)とOverloadを含んだ応力波形(OL)

5. あとがき

現在、以上のように述べてきた内容について、実験を行っているところである。本実験は、overloadによる効果の中でも、疲労き裂進展速度の変化に着目している。しかし、載荷条件の設定によっては、き裂進展の停留が発生する可能性もあるので、今後この点についての考慮も必要と思われる。なお、当実験の結果については、当日に発表したい。

参考文献

- 1) 日本鋼構造協会., 疲労設計指針(案), 1988.
- 2) M.K.Himmelein and B.M.Hillberry, "Effect of Stress Ratio and Overload Ratio on Fatigue Crack Delay and Arrest Behavior Due to Single Peak Overloads," ASTM STP 590, American Society for Testing and Materials, 1976, pp.321-330.