

(213) ラインパイプの低サイクル疲労試験

住友金属工業 中央技術研究所 長谷部茂雄
 和歌山製鉄所 川井俊彦 矢村 隆 ◦岡沢 亨

I 緒 言

パイプラインなどの配管系については、耐用期間中に繰返される繰返し回数が比較的少ないため、疲労に関してはあまり考慮されなかった。しかしながらラインパイプは、最高使用圧力が降伏強さの72%に達し、極めて小さな安全率で設計され使用される場合がある。電縫鋼管（高周波電気抵抗溶接鋼管）やサブマージアーク溶接鋼管がラインパイプとして大量に使用されているが、これら溶接鋼管の各種欠陥部には局部的に設計応力の数倍の大きさで降伏強さをこえた応力を生じていることが考えられる。このような高い応力が繰返されると、低サイクルの繰返し回数で疲労き裂を生ずる恐れがある。溶接鋼管に発生しやすい外表面欠陥が低サイクル疲労強度にどの程度影響をおよぼすかを調査した。

表1 供試材の機械的性質および試験結果

| 供試材 | 管寸法 外径×肉厚 (mm)×(mm) | 機械的性質 | | | 鋼管の表面切欠きの深さ; d/t%および長さ; ℓ mmと 低サイクル疲労寿命 | 寄与率 (%) |
|-----|---------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------|--|------------|
| | | YS (kg/mm ²) | TS (kg/mm ²) | Eℓ (%) | | |
| 1 | 168.8×6.85 | 40.2 | 49.8 | 8.8 | Ni = 1.48×10 ⁷ (d/t) ^{-1.94} ℓ ^{0.64} | 9.5 |
| | | | | | Nℓ = 1.88×10 ⁷ (d/t) ^{-1.63} ℓ ^{0.67} | 7.6 |
| 2 | 457.2×6.85 | 84.2 | 51.4 | 8.4 | Ni = 1.48×10 ⁷ (d/t) ^{-1.71} ℓ ^{0.75} | 9.1 |
| | | | | | Nℓ = 1.97×10 ⁷ (d/t) ^{-1.77} ℓ ^{0.63} | 8.9 |

II 試験内容

供試材の管寸法、機械的性質を表1に示した。APIのX-52クラスの鋼管を試験片とした内圧疲労試験を行なった。管表面に先端R=0.12mmの切欠きを加工した。切欠きの深さを肉厚の50、25、12.5、10、7.5%、長さを100、50、20、10mmと変化させた。一定応力範囲（80kg/mm²）で試験し、切欠き形状が低サイクル疲労寿命におよぼす影響を調査した。

III 結 果

疲労き裂の深さが肉厚の4%（6.85×0.04=0.254mm）に達したときのき裂発生寿命：Ni および漏洩したときの漏洩寿命：Nℓと切欠き形状の関係を表1に示した。降伏強さの72%以上におよぶ使用応力が1万回程度繰返されるとしても、肉厚の10%程度の深さの欠陥は十分許容されるものと考えられる。

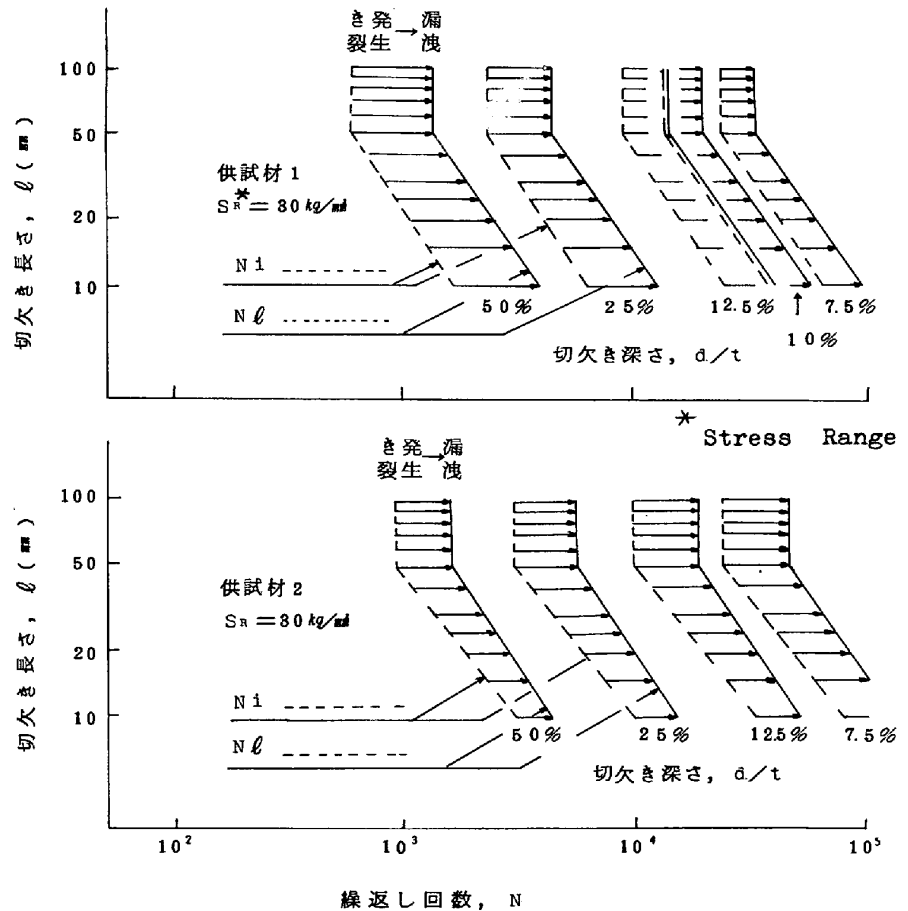


図1 鋼管の表面切欠き形状と低サイクル疲労寿命