

過大地震荷重下における振動数に着目した進行性変形の発生条件

Occurrence conditions under excessive seismic loadings in terms of input frequency

*酒見 亮太¹, MD ABDULLAH AL BARI¹, 桂 也真人¹, 佐藤 拓哉¹, 笠原 直人¹

¹ 東京大学

過大地震荷重によって配管に生じる破損現象に進行性変形がある。本研究では、地震荷重の特性を振動数に着目し3つの領域に分けることで、進行性変形の発生条件を整理することを目指した。

キーワード：進行性変形, ラチェット変形, 地震荷重、動的荷重、振動数

1. はじめに

過大地震荷重下では、崩壊や低サイクル疲労の他に進行性変形（ラチェット変形）と呼ばれる破損モードが確認されている。本研究では、熱ラチェット線図を参考に、弾塑性時刻歴応答解析を用いて進行性変形の発生条件について調べた。

2. 弾塑性時刻歴応答解析モデル

片持ちはりを有限要素にモデル化し、FINAS-STAR プログラムを用いて要素を平面応力要素、弾完全塑性体とし、幾何学的非線形を考慮した弾塑性解析を行った。はりの自由端の先端におもりを付加し重力による一定の荷重を、固定端を正弦波で加振し加速度による繰返し荷重を作用させた。

3. 進行性変形発生条件解析結果

入力正弦波 20 波に対し塑性ひずみ 0.2%を進行性変形の発生判定条件とした。図1に進行性変形の発生条件を示す。熱ラチェット線図^[1]を参考にし、横軸に重力により発生する曲げ応力、縦軸に入力波の最大慣性力との静的釣り合いから導かれる曲げ応力をそれぞれ材料の降伏応力で規格化したものをとった。共振域周辺（緑の領域）では著しく進行性変形が起きやすくなっている。共振域より低周波側（赤の領域）では曲げ崩壊の発生条件に近く、共進域より高周波側（青の領域）では、熱ラチェットの発生条件に類似している。図2に変位応答倍率を示す。横軸に入力振動数を固有振動数で割ったもの、縦軸に変位応答倍率をとった。図中の色のついた領域はお互いに対応している。

4. まとめ

進行性変形の発生条件を熱ラチェット線図と同様に整理した。振動数によって進行性変形の発生条件は3つの領域に分けられる。その理由を、変位応答倍率を用いることで説明することを試みた。今後進行性変形の発生メカニズムに着目した研究を行っていく。

参考文献

[1] Bree,J, *Elastic-plastic Behavior of Thin Tubes Subjected to Internal Pressure and Intermittent High-heat Fluxes with Application to Fast-nuclear-reactor Fuel Elements* J. of strain analysis for eng. design, Vol.2, pp.226-238 (1967)

*Ryota SAKEMI¹, MD ABDULLAH AL BARI¹, Yamato KATSURA¹, Takuya Sato¹, Naoto KASAHARA¹ ¹University of Tokyo

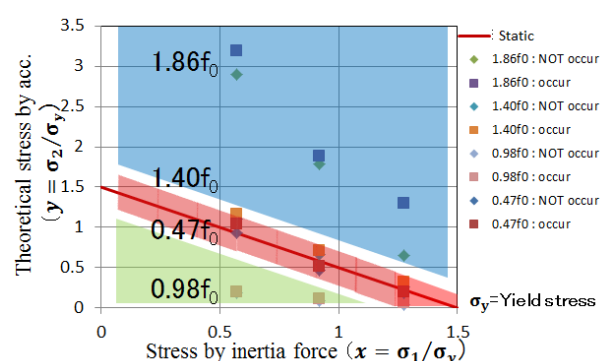


図1 進行性変形発生条件図

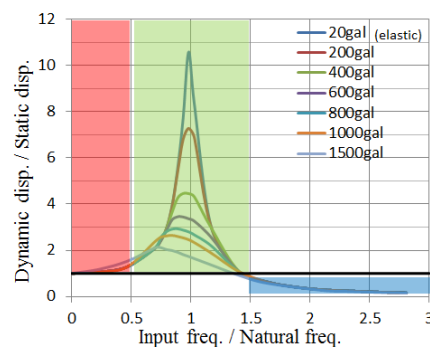


図2 変位応答倍率