高低温水合流部における高サイクル熱疲労評価
その３：疲労寿命評価

Assessments for high-cycle thermal fatigue at a mixing tee pipe

Part 3: Fatigue damage assessment

*釜谷 昌幸[1]，三好 弘二[1]，歌野原 陽一[1]

[1]原子力安全システム研究所

抄録　高低温水が合流するＴ字配管の疲労評価を目的に、管壁温度測定実験によって得られた温度分布からひずみ変動範囲を算出する際の材料の弾塑性特性の影響を調べた。弾性解析と弾塑性解析によって得られるひずみ変動範囲をほぼ一致したことから、弾塑性特性の影響は小さいことが明らかとなった。

キーワード：熱疲労，高低温水合流，Ｔ字配管，弾塑性解析，弾性追従，熱応力

1. 緒言

高低温水合流部の疲労き裂発生を予測するためには、ひずみ変動を同定する必要がある。本研究では、有限要素解析によりひずみ変動を算出する際の材料の弾塑性特性の影響を調べた。一般に、ステンレス鋼の疲労寿命予測には弾塑性特性を考慮するが、熱応力に対しても弾塑性特性を考慮する必要性があるかどうかが問題となる。

2. 解析結果

先の実験[1]で得られた配管内部の温度変動を入力に、応力とひずみの変化を有限要素解析により算出した。図 1 に示す応力変動範囲は温度変動[1]とよく対応した。疲労き裂は変動幅が大きな部位に発生すると予想されることから、変動幅が最大であった点 P_z における応力の時系列変化を図 2 示す。弾性解析による平均的な応力は圧縮であったが、弾塑性解析では平均応力は零近傍となった。

弾性と弾塑性解析によるひずみ変動幅の比較を図 3 に示す。弾塑性解析によって得られるひずみ変動幅は、弾性解析のひずみ変動幅にほぼ一致した。つまり、疲労寿命予測に用いられるひずみ変動範囲の算出には、弾塑性解析が必要ないことを示している。

3. 結論

疲労寿命予測に必要なひずみ変動は、実験による温度変動を入力にした弾性解析により簡便に算出できることが明らかとなった。弾塑性解析はとくに必要ない。

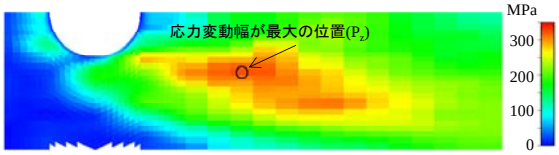

図 1 弾性解析による軸方向応力変動範囲

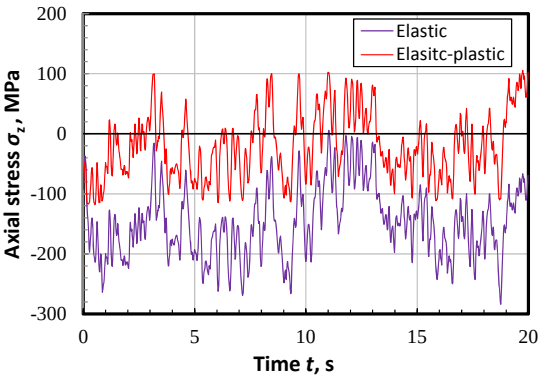

図 2 弾性および弾塑性解析による位置 P_z における軸方向応力変動の時系列変化

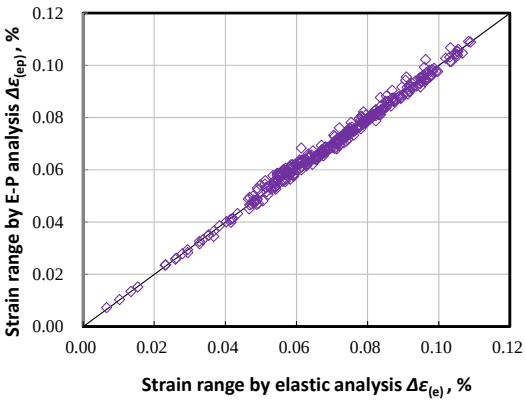

図 3 弾性と弾塑性解析のひずみ変動範囲の比較

参考文献

[1] 三好、歌野原、釜谷、日本原子力学会　2016 年秋の大会（その１）、(2016).

* Masayuki Kamaya[1], Koji Miyoshi[1] and Yoichi Utanohara[1]

[1]Institute of Nuclear Safety System, Inc.