

断層変位に対する機器・配管系の解析評価事例

(3) 地震との重畳を考慮した渡り配管の弾塑性評価

The analysis evaluation of equipment and piping system for fault displacement

(3) An elasto-plastic analysis of crossover piping combined with the earthquake

*佐藤 邦彦¹, 鈴木 優¹, 新聞 聡², 原口 龍将², 神谷 昌伸³, 小川 勤³, 上屋 浩一³

¹MHI NS エンジ, ²三菱重工, ³日本原電

原子力施設が断層変位を受けた場合の建屋間の渡り配管に及ぼす影響について、地震との重畳を考慮した弾塑性解析を通じて、その影響程度は小さいとの結果が得られた。本報では、配管の弾塑性解析における一連の評価手順と評価結果について報告する。

キーワード：原子力安全, 断層変位, リスク評価, 弾塑性解析, 渡り配管

1. 緒言

前報では、原子炉建屋の直下に 50 cm の縦ずれを仮定した場合の原子炉建屋の傾斜に伴う補助建屋との相対変位に対する安全系渡り配管の強度評価を行い、健全性に問題ないことを示した^{[1][2]}。本報では、その際に行った弾塑性評価手法とその結果につき、特に地震との重畳に対する評価に着目して報告する。

2. 配管評価

2-1. 評価フロー

断層変位による建屋間相対変位と地震との重畳事象に対する強度評価フローを図 1 に示す。

2-2. 断層変位に対する損傷評価

内圧及び自重による 1 次応力と断層変位で生じる建屋間相対変位による 2 次応力から 1 次+2 次応力評価を行い、クラス 1 相当の配管評価手法を適用した。その結果、簡易弾塑性解析による疲労評価は適用できず、FEM 弾塑性解析により断層変位によるひずみ量を算定し、延性損耗量 D_d を求めた。

2-3. 地震との重畳評価

一方、地震入力に対する 1 次+2 次応力評価から、地震による累積疲労損傷 D_f を求めた。これらのパラメータから図 2 に示す累積損傷則^[3]を適用して、地震との重畳評価を行った。

3. 結論

断層変位に対する建屋間を渡る安全系の配管について、FEM による弾塑性解析結果から得られた延性損耗量と地震入力に対する累積疲労損傷から、線形損耗則を適用して配管の損傷評価を実施した結果、50 cm 程度の縦ずれによる建屋間相対変位に伴う渡り配管の強度に及ぼす影響程度は小さいことが確認できた。

参考文献

- [1] 佐藤邦彦ほか, 日本原子力学会 2017 年春の大会予稿集 3M02.
- [2] 新聞 聡ほか, 日本原子力学会 2017 年春の大会予稿集 3M03.
- [3] (財) 原子力発電技術機構, 配管系終局強度耐震実証試験, 平成 12 年 3 月.

*Kunihiko Sato¹, Yutaka Suzuki¹, Satoshi Shinma², Ryusuke Haraguchi², Masanobu Kamiya³, Tsutomu Ogawa³ and Kouichi Kamiya³

¹MHI Nuclear Systems and Solution Engineering co, Ltd., ²Mitsubishi Heavy Industries, ³The Japan Atomic Power Company

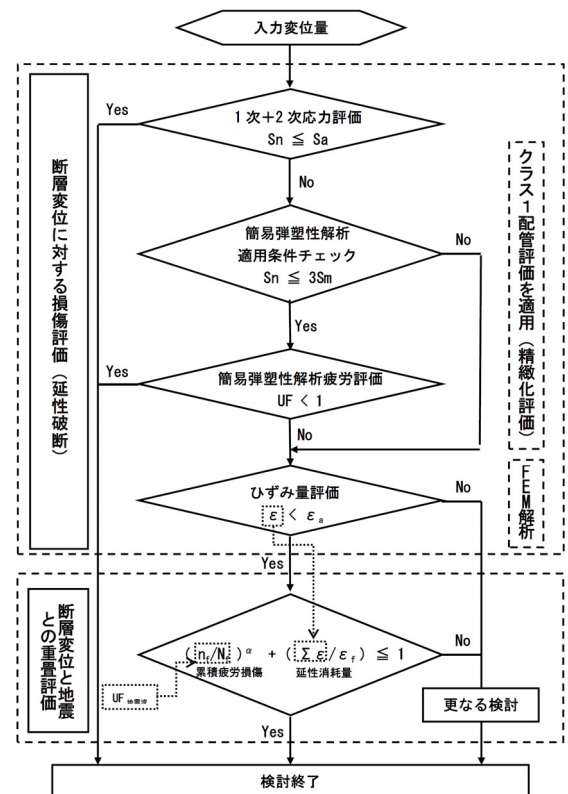


図 1 評価フロー

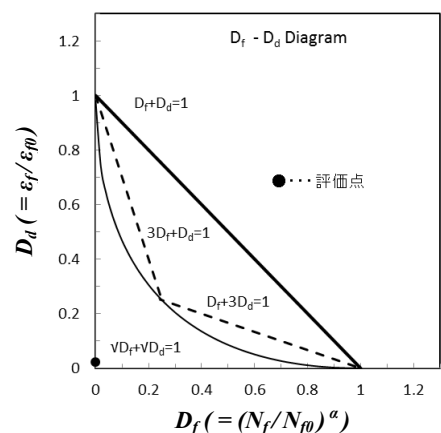


図 2 代表的な延性損耗量と累積疲労損傷の関係^[3]