

VI-171

拡径構造を用いた鋼管継手構造の軸耐力評価に関する検討

新日本製鐵(株) 正会員 ○羽上田 裕章、柳本 速雄、矢野 嘉孝
九州工業大学 学生員 服巻 健二、高崎 健太郎
同上 正会員 出光 隆、山崎 竹博

1.はじめに

パイプラインの敷設工事における鋼管の継手は、母材と同等の継手強度を有する溶接接続が多用されている。この溶接接続は、高度な接合技術と経験を必要とするため、敷設進捗の向上に際しては各現場への熟練工の充当、自動溶接機の導入が不可欠である。しかしながら、近年の熟練工の高齢化、少数化や自動溶接機の現場導入状況を鑑みると、鋼管敷設の更なる進捗向上を図るには溶接継手だけでは十分とは言い難い。

そこで、著者らは、溶接接続に替る継手として、図-1 に一例を示すような継手構造、すなわち鋼材の特性である延性を活かし、現場にて鋼管を拡径する技術をベースにした継手構造を提案している。本報では、拡径継手の機械的接続部の軸載荷に対する挙動を把握するために実施した数値シミュレーションについて報告する。

2.解析概要

2-1 対象構造及び再現する載荷条件

本報では、図-2 に示すように、軸方向に1ヶ所、拡径した機械的接続部を対象に検討を行なう。また、再現する載荷条件は、パイプラインに作用する軸方向の力を想定し、対象構造の載荷断面に均等な軸力が内管及び外管の端部にかかる単純圧縮載荷とする。

2-2 解析手法

再現する載荷条件に対する継手構造の力の伝達特性を考慮し、本報では下記項目の非線型性を取り入れたFEM解析にてシミュレーションを行なう。なお、本解析では、外管と内管の相対変位を制御変数とする。

- ・内管と外管の接触を再現（境界非線型）
- ・内管と外管の相対変位を再現（幾何学非線型）
- ・終局耐力を再現（材料非線型）

また、使用した演算ソフトはMARC(Ver.6.2)であり、演算機はEWS（NSSUN/UT1）を用いる。

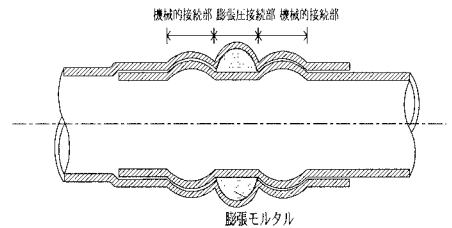


図-1 拡径継手構造一例

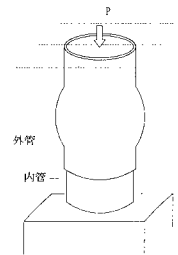


図-2 対象構造及び載荷条件

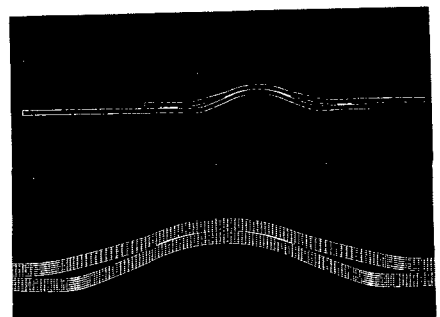


図-3 解析モデルの概略形状



図-4 境界条件

キーワード：鋼管接続、拡径、軸耐力、数値解析

連絡先：〒229-11 神奈川県相模原市西橋本 5-9-1 Tel 0427-71-6123 Fax 0427-71-6178

2-3 解析モデル

(1) モデルの概略形状及び使用要素

本解析の対象構造及び载荷条件ともに軸対象であるため、FEMモデルの構築に際しては、演算の効率性の面より、4辺軸対称要素を用いた。本要素を用いて構築したモデルの概略形状を図-3に示す。

(2) 境界条件

境界条件として、図-4に示すように、外管及び内管の両端部に軸方向の変位を固定、半径方向の変位を自由とした固定条件を設定する。なお、载荷は、外管の端部(固定点)に強制変位を与えることにより再現する。また、外管と内管が接触する部分には、接触面に働く垂直力に摩擦係数0.4を乗じた摩擦力が発生する接触条件を設定している。

3. ケーススタディー

3-1 解析ケース

解析ケースは、九工大で行われた载荷試験を想定し、内管内面の拡張量が5,10,15mmの解析モデルへの単純圧縮载荷の試験状態を再現する。ここで用いた鋼管の諸元は、材料試験の結果を踏まえて表-1に示す値を用いる。また、モデル形状は、試験供試体の拡張部の内管形状、接触状態を直接計測することが困難であったため、拡張球根の形状、外管の外形より、内管の形状及び接触状態を推測して、軸圧縮前の初期形状を設定している。(図6参照)

3-2 解析結果

数値解析と試験により求めた軸耐力を表-2に整理する。ここで示す軸耐力とは、载荷荷重と軸方向変位の関係におけるピーク荷重である。

また、図-7に载荷荷重履歴を示す。図中の軸方向変位は、外管端部と内管端部の相対変位である。

応力状態については、1例として、図-8に15mm拡張した解析モデルに最大荷重を载荷した状態での軸方向応力分布を示す。

4. おわりに

今回行った解析では、初期形状を推定してモデル形状を決めたこともあり、荷重変位曲線において一致しない点があるものの、本解析手法にて耐力及び応力状態をある程度の精度で評価できることを確認した。今後は、本手法への拡張過程の組み込み、大径管での精度検証等を試みてゆきたい。

表-1 鋼管の諸元

	内管	外管
外径(mm)	114.3	124.5
内径(mm)	105.9	116.3
管厚(mm)	4.2	4.1
長さ(mm)	310	250
材質	SGP	STKM
弾性係数(kgf/cm ²)	2.1×10^6	2.1×10^6
ポアソン比	0.3	0.3
降伏応力(kgf/cm ²)	3142	2812
加工硬化	図-5	

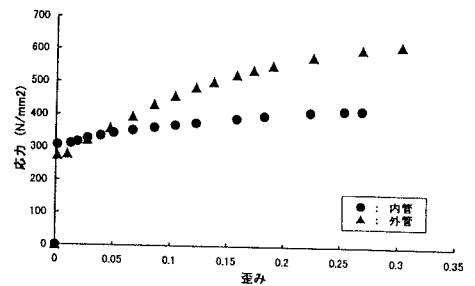


図-5 鋼管の加工硬化曲線

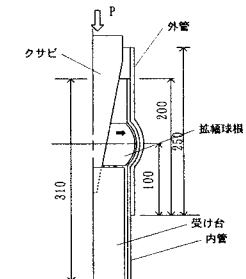


図-6 再現する試験の供試体製作方法

表-2 軸圧縮耐力 (kN)

拡張	5mm	10mm	15mm
解析結果	122	202	345
試験結果	100	210	320

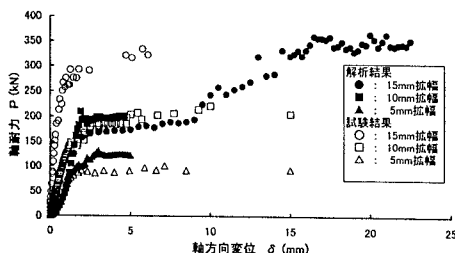


図-7 荷重履歴

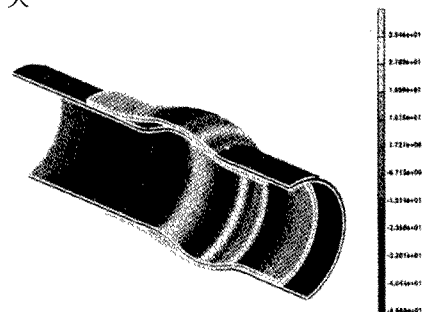


図-8 応力状態(拡張量:15mm)