

鋼管の拡径接合継手工法の開発（その1）

- 継手部の耐力と止水性能の評価 -

Pipe End Expanded Joint Method for Steel Pipe (No.1)

長束 勇* 石村英明* 渡嘉敷 勝* 川口周作** 矢野嘉孝** 羽上田裕章**
I.NATSUKA, H. ISHIMURA, M.TOKASHIKI, S.KAWAGUCHI, Y.YANO, H.HAJOHTA

1. はじめに

農業用パイプラインとして使用されている鋼管の接合方式は、配管全体を一体化させる溶接接合が一般的である。その継手部の耐力や止水性などの品質確保のためには、据付、溶接、非破壊検査、塗覆装といった所要の工程、工期が必要である。一方、都市部での道路下埋設管の保護管として先行埋設される鞘管などでは、即日復旧を目的として、鋼管の延性・靱性を活用した拡径接合方式が採用されている。しかし、仮設の保護管としての機能はあるものの止水性が確保できないという問題点がある。そこで筆者らは、この拡径接合方式に工夫を加え、止水性能を確保できる工法とするための研究開発を進めている。

本稿では、開発中の拡径接合継手工法による継手部の耐力および止水性能の評価を目的として行った室内実験結果を報告する。なお、本工法の水理性能の評価については（その2）において、実証試験結果については（その3）において報告する。

2. 拡径接合継手工法の概要

拡径接合継手工法の接合手順をFig.1に示す。工場出荷時に拡径された鋼管受口（ソケット）とゴム板が装着された挿口とを現場で接合し、管内面からFig.2に示す拡径ジャッキを用いて部分拡径する。その結果、挿込み側の鋼管外面とソケット側の鋼管内面が比較的小さな曲率の曲面で接触し、互いを拘束するため、継手部の抜出し、挿込みの双方を防止する軸耐力が生じる。また、その接触面となる挿込み側の鋼管外面に装着した止水用のゴム板（以降、止水ゴム）をサンドイッチ状態で拡径接合することから、止水ゴムが圧縮され、管内水を止水する。

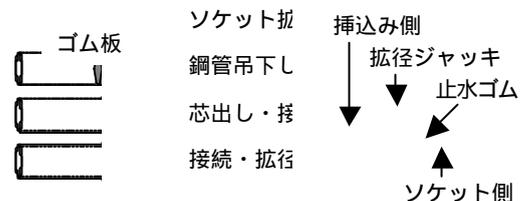


Fig.1 接合手順と拡径時模式
Joint Process & Method to Expand

3. 止水ゴムの選定と接合拡径量の決定

水道用ゴムの材料は、JIS K 6353 において、スチレンブタジエンゴム（SBR）、クロロプレンゴム（CR）、エチレンプロピレンゴム（EPDM）などを主原料とする合成ゴムを推奨している。そこで、耐摩耗性、耐乾湿繰り返し、長期シール性、経済性、流通性などを評価項目としてメーカーに総合評価を依頼したところ、EPDM、SBR、CRが上位3材料となった。この評価を受けて、定荷重ウィリアムス摩耗試験を実施した。材料の耐摩耗性は、SBR、

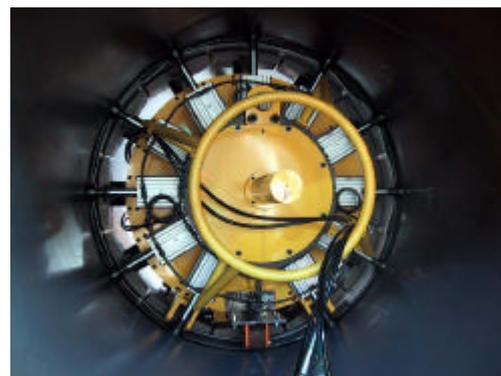


Fig.2 拡径装置
Machine for Pipe End Expanded Joint

EPDM, CR の順で, SBR の硬度 45, 65 の耐摩耗性はほぼ同等であった。また, 止水ゴムの厚さは, 拡径により生じる圧縮応力 (5MPa: 事前の FEM 解析結果) の下で, 1, 3, 6mm 厚さの平板止水試験を行い, 3mm で 1.5 MPa の止水性能が得られた。以上の結果から, 市場性や経済的に優れる SBR65 を止水ゴムの材料に選定し, 厚さは 3mm とした。

一方, 継手部の軸耐力は接合拡径量に依存する。そこで, 事前に行った FEM 解析結果 (呼び径 800A, 15mm の接合拡径量で 450kN の軸耐力が期待できる) をもとに, 実物大モデルによる継手軸耐力試験を実施した。その結果, FEM 解析結果とほぼ同様の結果 (15mm の接合拡径量で軸耐力 437kN) が得られたことから, 接合拡径量は 15mm とした。

Table 1 FEM 解析条件
Analysis Conditions

解析ソルバー	MARC Ver. K7.3	
材料モデル	鋼管	四辺形軸対象要素
	ゴム	亜弾性体要素
材料特性	材料試験より	

4. 継手部の耐力と止水性能についての実験結果

上記の拡径接合継手条件 (呼び径 800A, 接合拡径量 15mm, ゴム板厚 3mm) で行った実物大モデルによる室内実験は, レベル 1 地震動相当条件下での継手部の耐力と止水性能を評価するための継手圧縮引張繰返し載荷試験, 許容曲げ角と止水性能を評価するための曲げ試験, 扁荷重時の継手の止水性能を評価するための扁平試験である。荷重はいずれの試験においてもアクチュエータにて載荷した。なお, 止水性能の評価における内水圧の上限は, 通常の農業用パイプラインへの適用を前提として, 1MPa に設定した。実験結果を Table 2 に示す。

Table 2 実験結果 Results of Experiments

試験名	実験条件	実験結果
継手圧縮引張繰返し載荷試験	繰返し回数: 50 回, 内水圧: 1MPa 片振幅量 (5.3mm ^{注1}): 0.5, 1.5, 2	全てのケースにおいて漏水なし 最大軸力: 460kN
曲げ試験	相対曲げ角度: 1, 2, 3, 4, 5, 7.5, 10 度	全てのケースで 1MPa 以上を保持
扁平試験	角度変化: 0.5, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 度	全てのケースで 1MPa 以上を保持

注1 「水道施設耐震工法指針・解説」の耐震計算例に示された軟弱地盤モデルにおける地盤ひずみから求めた継手に作用する強制変位量

5. おわりに

拡径接合継手工法による継手部の性能実験を行ったところ, 農業用パイプラインへの適用条件を満足できる結果が得られた。本工法は溶接や非破壊検査が不要で簡便に接合できることから, 特殊な技能を必要とせず, 品質が作業者の技量の影響を受けない, 溶接接合方式に比較して, 現場施工時間を 40%, 総工事費を 15% 縮減可能である, などの特長を有しており, 今後のパイプライン工事のコスト縮減に貢献できるものと考えている。なお, 適用範囲は拡径装置の都合により, 中口径 (呼び径 600A ~ 1,200A) のパイプラインとし, 直管に加え, 曲管 (JIS G 3451 の 22.1/2° 程度) も対象としている。

本研究開発は, 平成 11 ~ 14 年度を研究期間とする農林水産省の『官民連携新技術研究開発事業』として位置づけられ, (独) 農業工学研究所と民間 4 社 (新日本製鐵(株), 日本鋼管(株), 住友金属工業(株), 川崎製鉄(株)) が連携して実施したものである。また, 実証試験については, 水資源開発公団の協力を得て実施したものである。

参考文献 長束勇ら (2001): 鋼管の拡径接合継手構造, 特願 2002-058436