

シールド内配管用新耐震型ダクタイトイル鉄管(US形R方式)の研究

○伊東 一也 (クボタ)
 原田 和真 (クボタ)
 小原 勝 (クボタ)
 岸 正蔵 (クボタ)

1. はじめに

シールド内配管工事では、US形ダクタイトイル鉄管 LS方式(以下、現行US形と呼ぶ)が多く用いられてきた。昨今、基幹となる大口径管路の更新事業が多く計画されており、シールド内配管工事における施工環境の改善、施工管理の簡易化及び布設工事費の低減等の改善要望を頂いてきた。

そこで、今回、施工性の向上と布設工事費の低減が可能なシールド内配管用の新しい耐震型ダクタイトイル鉄管US形R方式(呼び径2400、2600)を研究した。本発表では、US形R方式の継手性能試験結果及びその効果について報告する。

2. US形R方式の概要

US形R方式の主な特長を以下に示す。

- (1) 継手性能は現行US形と同等(表1)。
- (2) 受口長さの短縮、付属品点数の削減等、継手構造の簡素化によるコストダウン(図1)。
- (3) 押輪の軽量化、施工管理の簡易化(スペーサの採用)及びモルタル充填作業の撤廃等による施工性向上。
- (4) 曲線区間の管路コスト低減のため、受口内を屈曲形成した角度付き直管(図2)、ショートボディ異形管をラインアップ。
- (5) シールドトンネル内径に対応するため、1呼び径当たり管外径を2種類ラインアップ(表2)。

図3にゴム輪断面を示す。角部にクリアランスを設けた新形状のゴム輪を採用することで、ボルトの締付作業が不要になった。

表1 継手性能

項目	性能
水密性能	現行US形と同等
継手伸縮量	管長の+1%
離脱防止力	3DkN (D:呼び径 [mm])
許容曲げ角度	1°
地震時に曲がり得る最大屈曲角	1°50'

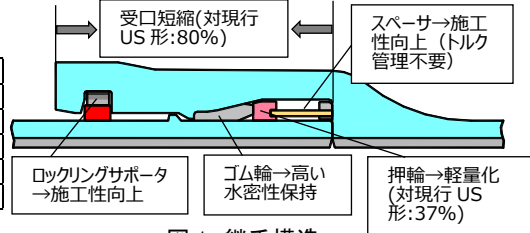


図1 継手構造

表2 管外径ラインアップ

呼び径	現行US形		US形R方式			
			外径A		外径B	
	挿し口	受口	挿し口	受口	挿し口	受口
2400	2458	2630	2458	2630	2400	2572
2600	2684	2874	2684	2866	2600	2782

現行US形の挿し口と同じ 呼び径と同じ

破線: 現行US形

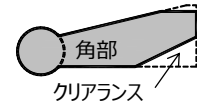


図3 ゴム輪断面

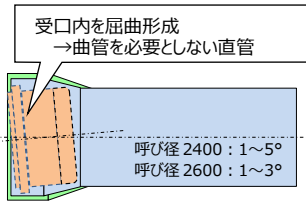
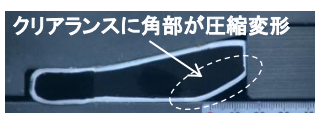


図2 角度付き直管

3. ゴム輪

図4に接合後のゴム輪の断面状況、図5にFEM解析による接合後の応力分布を示す。許容差による継手の隙間条件に因らず、ゴム輪は、継手のゴム輪収納部に収まっており、水密性確保のために十分な面圧が発生していることがわかった。

(ゴム輪収納部が狭い場合)



(ゴム輪収納部が広い場合)



図4 接合後のゴム輪の断面状況

面圧発生

→実験と解析で面圧値は同等

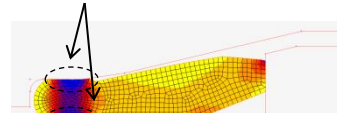


図5 接合後の応力分布

シールド内配管用新耐震型ダクタイル鉄管(US形 R方式)の研究

4. ロックリングサポータ

ロックリングサポータは受口溝とロックリングの間にセットすることにより、ロックリングを挿し口外面に押し付けるための付属品である。図6に示すように、支持ピース(SUS板)と樹脂ピースを交互に連結して組み立てる。支持ピースは弾性範囲内で変形し、現行US形と同様にロックリングを挿し口に押し付けられることを確認した。

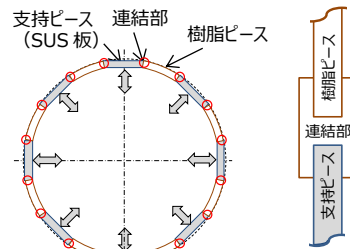


図6 ロックリングサポータの構造

5. 継手性能試験結果(呼び径 2600)

(1) 接合試験

図7に直管の接合時間の測定結果を示す。付属品の軽量化・点数削減、ボルトの締め付けトルク管理やモルタル充填作業が不要となったこと等から、約1時間の作業で接合が可能であり、現行US形に比べ接合時間を43%短縮できることがわかった。

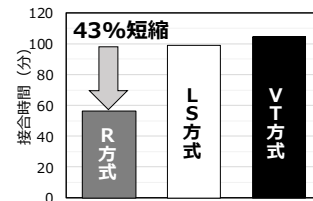


図7 接合時間の測定結果

(2) 離脱防止試験

図8に示すように直管継手部に引張り力を加えた結果、管長の+1%以上継手が伸び出した後、3DkN(D:呼び径)の引張り力に耐え、管体や継手部に変形等の異常はなく、継手部が抜け出さないことを確認した(図9)。

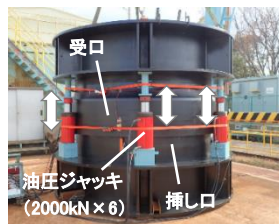


図8 離脱防止試験状況

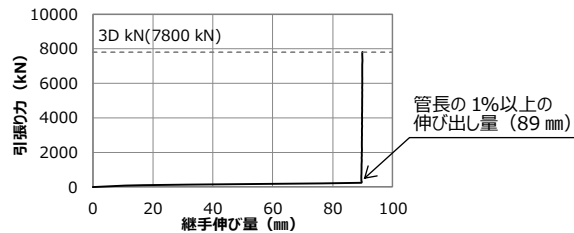


図9 離脱防止試験結果

(3) 水密性能試験

表3に示すように、継手部が真直状態、曲げ状態、地震時を想定して屈曲を繰り返す条件でも継手部からの漏水はなく、高い水密性を確保できていることを確認した。



図10 曲げ水密試験状況

表3 水密性能試験結果

試験条件		負荷水圧	保持時間	試験結果
真直	継手を真直に接合した状態	2.0MPa	5分	○
曲げ	継手部を1°50' (地震時に曲がり得る最大屈曲角) まで曲げた状態	2.0MPa	5分	○
繰り返し屈曲	継手部を繰り返し20回1°50'屈曲させた後、1°50'まで曲げた状態	2.0MPa	5分	○

○: 継手部からの漏水なし

6. コストダウン効果

US形R方式で構築する管路は、管路線形にもよるが、角度付き直管の採用により、異形管数を大幅に減少できる(表4)。異形管に対して安価な角度付き直管の採用、その他、工期短縮等も考慮すると、管路布設費は管路モデルAの場合、34%低減可能と考えられる。

表4 モデル管路での管材料の種類の比較

管材料の種類	管路モデルA		管路モデルB	
	現行US形	R方式	現行US形	R方式
直管 (切管含む)	712	686	702	700
角度付き直管	0	144	0	26
異形管	148	9	74	47
接合部品	860	840	777	774

※管路モデルA、B: 呼び径 2600×約 3.5km

7. まとめ

今回研究したUS形ダクタイル鉄管R方式は低コストかつ施工性に優れており、耐震性、水密性は実績のあるUS形と同等であることを確認できた。US形R方式が、今後急がれる基幹管路の耐震化・更新工事の一助となれば幸いである。