

関東農政局土地改良技術事務所 農業土木展示室
第43回 新技術・新工法説明会

鎖構造継手による屈曲部の耐震性向上工法

～ パイプラインの地震応答対策 ～

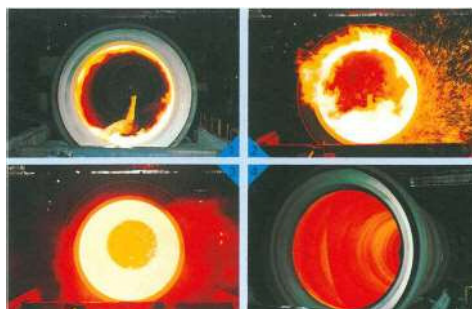


一般社団法人
日本ダクタイル鉄管協会

ダクタイル鉄管の「鎖構造継手」



【溶解】

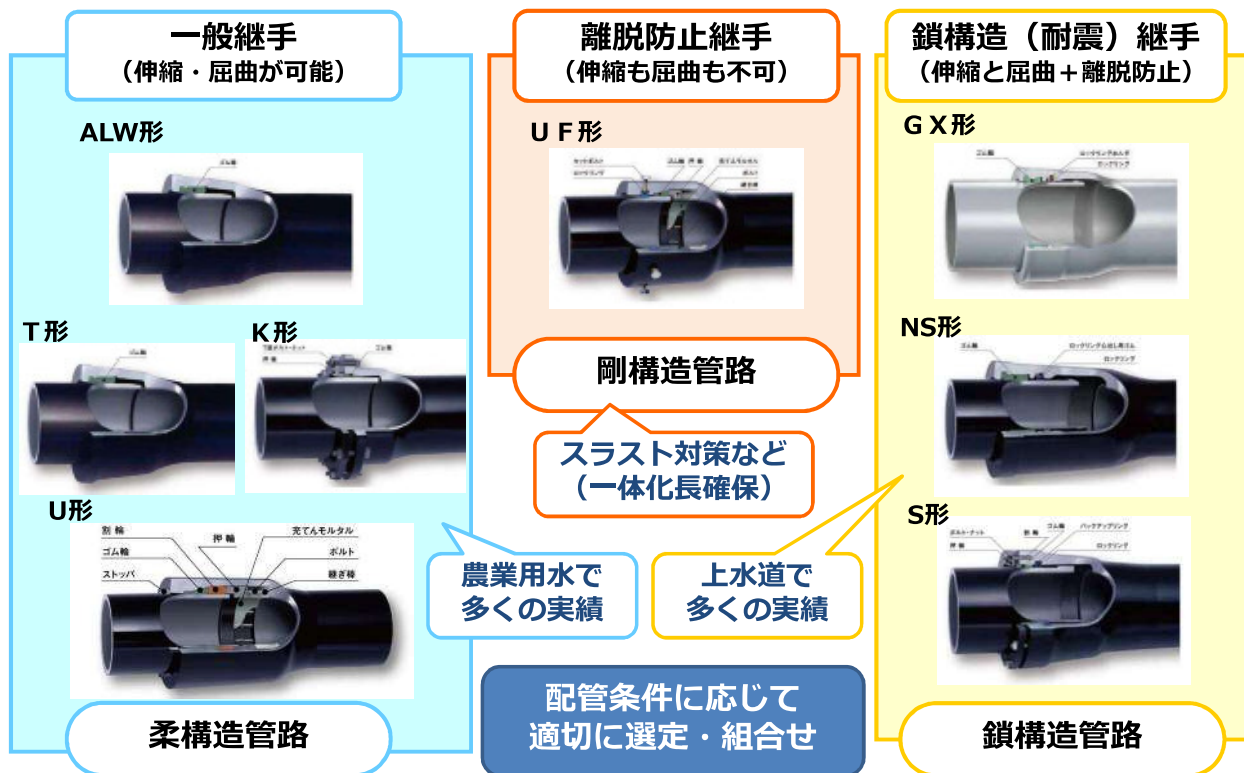


【遠心力 casting】



【水圧試験】

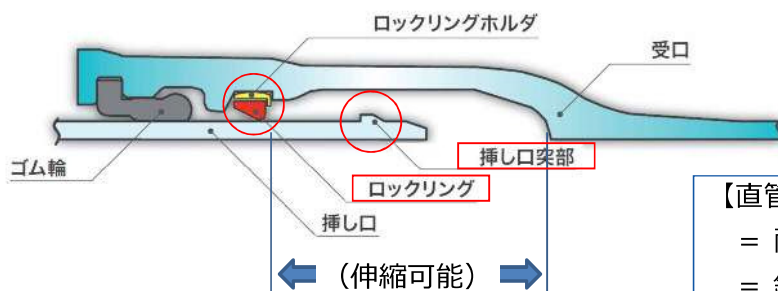
ダクトイル鉄管の代表的な継手形式



鎖構造継手 (耐震継手)



- 直管継手は、管長の±1%の伸縮性能と屈曲性能に加え、**3DkN (D: 呼び径 mm)**の離脱防止性能を有する

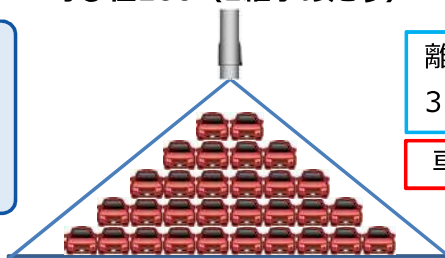


【直管継手】
= 耐震継手
= 鎖構造継手 (設計基準)

呼び径100 (1継手あたり)

【離脱防止力 3DkN】

管が土の中に埋められた状態で
100m先の管を引っ張る力
に相当



離脱防止力 3DkN

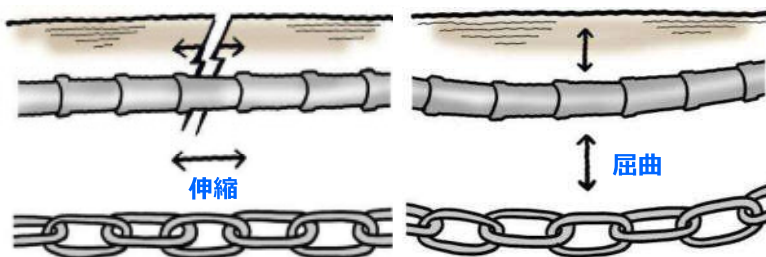
$$3 \times 100 = 300\text{kN} \div 30\text{t}$$

$$\text{車 (1t)} \times 30\text{台} = 30\text{t}$$

- **鎖構造継手**（大きな伸縮量と離脱防止機構を有する継手）で構成された管路
- 地震や軟弱地盤での沈下など、地盤変動が生じたとき、管路が埋められた**鎖のように伸縮、屈曲**し、最終的にはひっかかり、**継手の離脱を防止**



東京都水道局の依頼により吊上げ
NS形（耐震継手） 呼び径500



鎖構造継手による屈曲部の耐震性向上工法



圃場内で埋設管が離脱し漏水が発生した
厚幌導水路

出典：平成30年北海道胆振東部地震による農地・農業
水利施設の被害、水土の知、87(05)、(2019)
加筆・変更

農業用パイプラインの被災事例



附帯構造物（異形管スラストブロックを含む）との接合部付近の管路

- 軟弱地盤では、**附帯構造物等の周辺管路が移動・沈下**し、継手の離脱・目地間隔の拡大・管体のずれ等を生じた事例が多い。（北海道南西沖地震、東北地方太平洋沖地震：芳賀台地地区）

泥炭性軟弱地盤（北海道胆振東部地震：勇払東部地区）

- スラスト力が作用する**屈曲部では特に大きな変位**（最大実測値800mm）が生じ、管の移動・継目の離脱・目地間隔の拡大・漏水などの被害が集中している。



図-9.6.36 スラストブロック部の管路の
離脱状況（北海道南西沖地震）

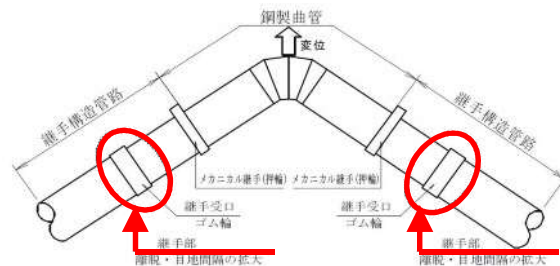


図-9.6.38 屈曲部の管路離脱状況（北海道胆振東部地震）

出典：土地改良事業計画設計基準・設計『パイプライン』、農林水産省、令和3年6月 加筆・変更

鎖構造継手による屈曲部の耐震性向上工法



ウィークポイントとなる**屈曲部に**
ダクタイル鉄管の**鎖構造継手（耐震継手）を部分的に配置**

パイプラインシステムの**地震時安全性の向上**を図る

大規模地震発生時の被害軽減に大きく貢献

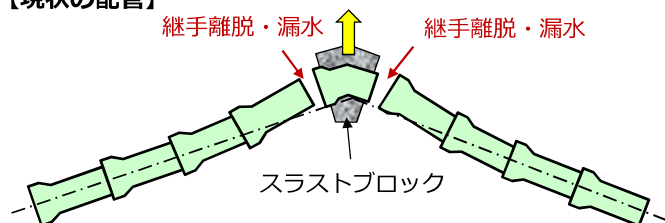
- ✓ 官民連携新技術研究開発事業（平成25～27年度）「**液状化地盤におけるパイプラインの耐震化向上技術に関する研究開発**」により開発
（<https://www.maff.go.jp/j/nousin/sekkei/kanmin/kanryou.html>）
- ✓ 令和3年6月改定の「**土地改良事業計画設計基準・設計『パイプライン』**」（農林水産省）」では**地震応答対策の具体例**として紹介
（<https://www.maff.go.jp/j/nousin/pipeline/pipeline.html>）

屈曲部以外において地すべりや側方流動などが想定される場合は管路のウィークポイントの特定が困難なため、区間全体を鎖構造管路とすることが望まれます。
上下水道の設計指針に基づいて設計される管路では、管路全体に鎖構造継手（耐震継手）が用いられています。

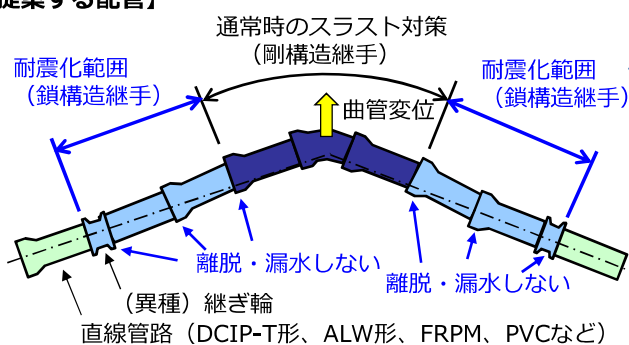
耐震性向上工法の配管イメージ



【現状の配管】

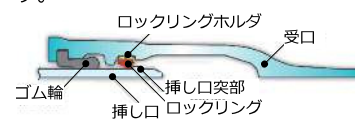


【提案する配管】



【鎖構造継手】

大規模地震などにより継手が最大まで伸び出した後は、ロックリングと挿し口突部が引っ掛かることにより、3DkN (D:呼び径) 相当の離脱防止力を発揮します。

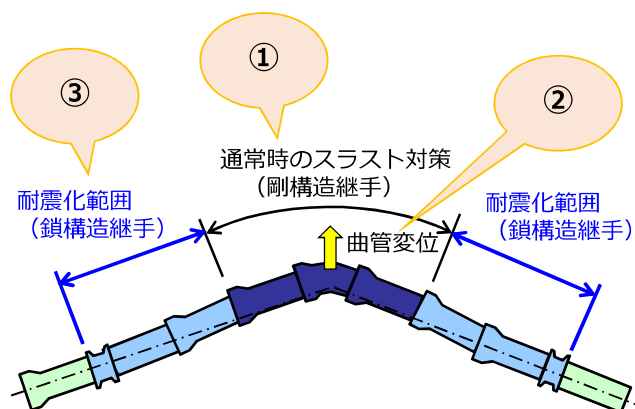
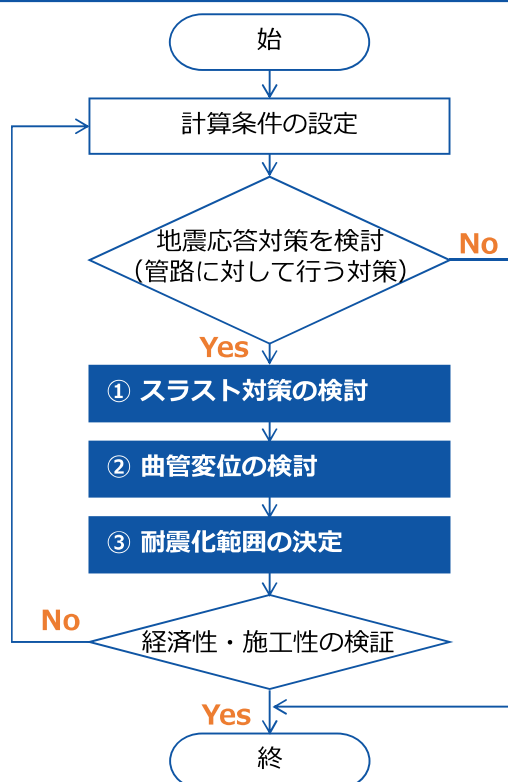


離脱防止状態 (伸び状態)

管路屈曲部の**適切な範囲**に、伸縮性能、屈曲性能と離脱抑止性能を有する**鎖構造継手**を配置し、曲管変位に追従するパイプラインを構築します。

出典：土地改良事業計画設計基準・設計『パイプライン』、農林水産省、令和3年6月 加筆・変更

耐震性向上工法の検討手順



設計の詳細等については、農林水産省ホームページに掲載されている「**液状化地盤におけるパイプラインの耐震化向上技術 設計・施工マニュアル 管路屈曲部の耐震工法**」をご参照ください。

(<https://www.maff.go.jp/j/nousin/sekkei/kanmin/kanryou.html>)

出典：液状化地盤におけるパイプラインの耐震化向上技術 設計・施工マニュアル 管路屈曲部の耐震工法 加筆・変更

①スラスト対策の検討



- パイプラインの屈曲部には、水圧の不均衡等により管体を動かそうとする力（スラスト力）が作用
- **スラスト力に対しては、曲管前後の管路を一体化**して安定性を確保
- 一体化長の計算手法は「土地改良事業計画設計基準・設計『パイプライン』（農林水産省）」、弊協会技術資料などに準拠

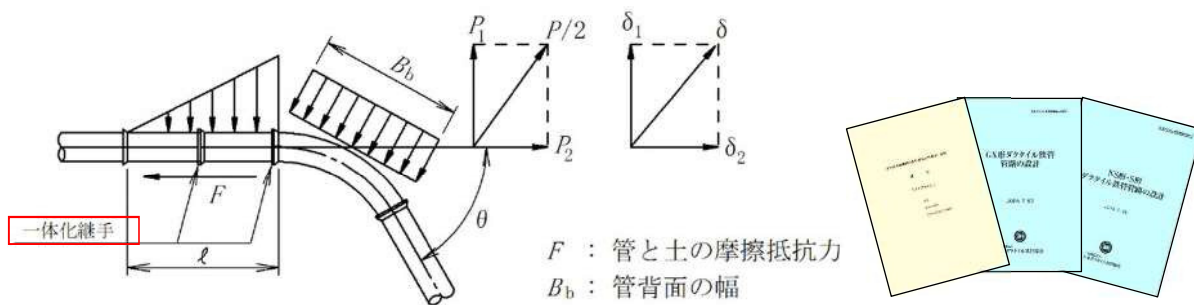


図-9.8.13 曲管に作用する力と変位

出典：土地改良事業計画設計基準・設計『パイプライン』、農林水産省、令和3年6月 加筆・変更

②曲管変位の検討

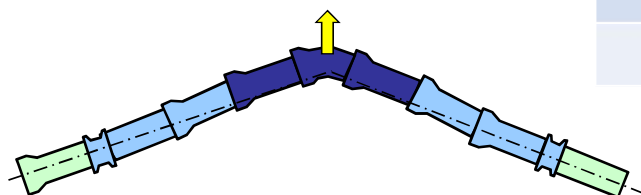


- 地盤剛性低下や液状化に伴って生じる変位量は、**過去の被災データなどを参考に設定**
- 過去の被災調査による屈曲部変位の目安は下表のとおり
- 重要度A種施設のうち特に重要な部分と判断された場合には、数値解析により個別に構造物の移動量を推定

被災調査による屈曲部の最大変位

液状化の有無	曲管変位 (mm)
無し	350～400
有り	600～800

地盤剛性低下や液状化に伴って生じる**曲管変位量**



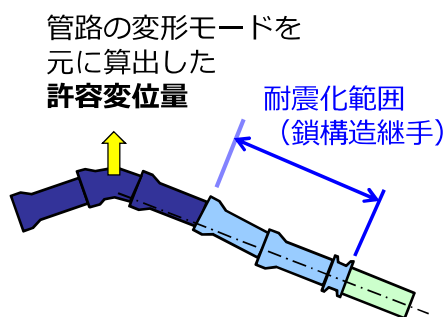
出典：土地改良事業計画設計基準・設計『パイプライン』、農林水産省、令和3年6月 加筆・変更

③耐震化範囲の決定



- 許容変位量は、管路の変形モードを元に、曲管角度、単位管長さ、鎖構造継手の本数から算出
- 耐震化範囲（必要本数）は、下式を満足するように決定

$$\text{許容変位量} \geq \text{曲管変位量（②で設定した値）}$$



許容変位量の計算例（NS形、45°曲管）

呼び径	直管長さ (m)	n=4本 (mm)	n=5本 (mm)	n=6本 (mm)
100	4.0	554	758	959
200	5.0	679	936	1188
400	6.0	788	1099	1403
600		755	1070	1376
800		725	1043	1350
1000		697	1017	1325

出典：液状化地盤におけるパイプラインの耐震化向上技術 設計・施工マニュアル 管路屈曲部の耐震工法 加筆・変更

おわりに



- 鎖構造継手（耐震継手）は、大規模地震などにより地盤変動が生じた際、管路が埋められた鎖のように伸縮、屈曲し、最終的にはひっかかり継手の離脱を防止

- 「鎖構造継手による屈曲部の耐震性向上工法」は、ウィークポイントに鎖構造継手（耐震継手）を配置する技術
- パイプラインの「地震応答対策」として有効
- パイプラインシステムの地震時安全性を向上するとともに、大規模地震発生時の被害軽減に貢献



ホームページのご案内

鉄管協会

検索

“鉄管協会”と検索していただきますと日本ダクタイル鉄管協会のホームページが表示されますので、アクセスください。

<http://www.jdpa.gr.jp/>

最新技術資料のダウンロードが可能です。
ぜひご利用ください。

