令和4年度　水利施設保全管理補修部門　中央研修会

馬蹄形FRPM管パイプ・イン・トンネル工法
KU-LINER® 工法

KURIMOTO
株式会社 栗本鐵工所
Re-パイプシステム工法協会

内容

1. はじめに
2. 馬蹄形FRPM管パイプ・イン・トンネル工法
3. KU-LINER®工法
4. おわりに

1．はじめに

クリモトトータルソリューション

更新・更生
- 5種類の更生工法
- ダクタイル鉄管（ALW他）
- FRPM管

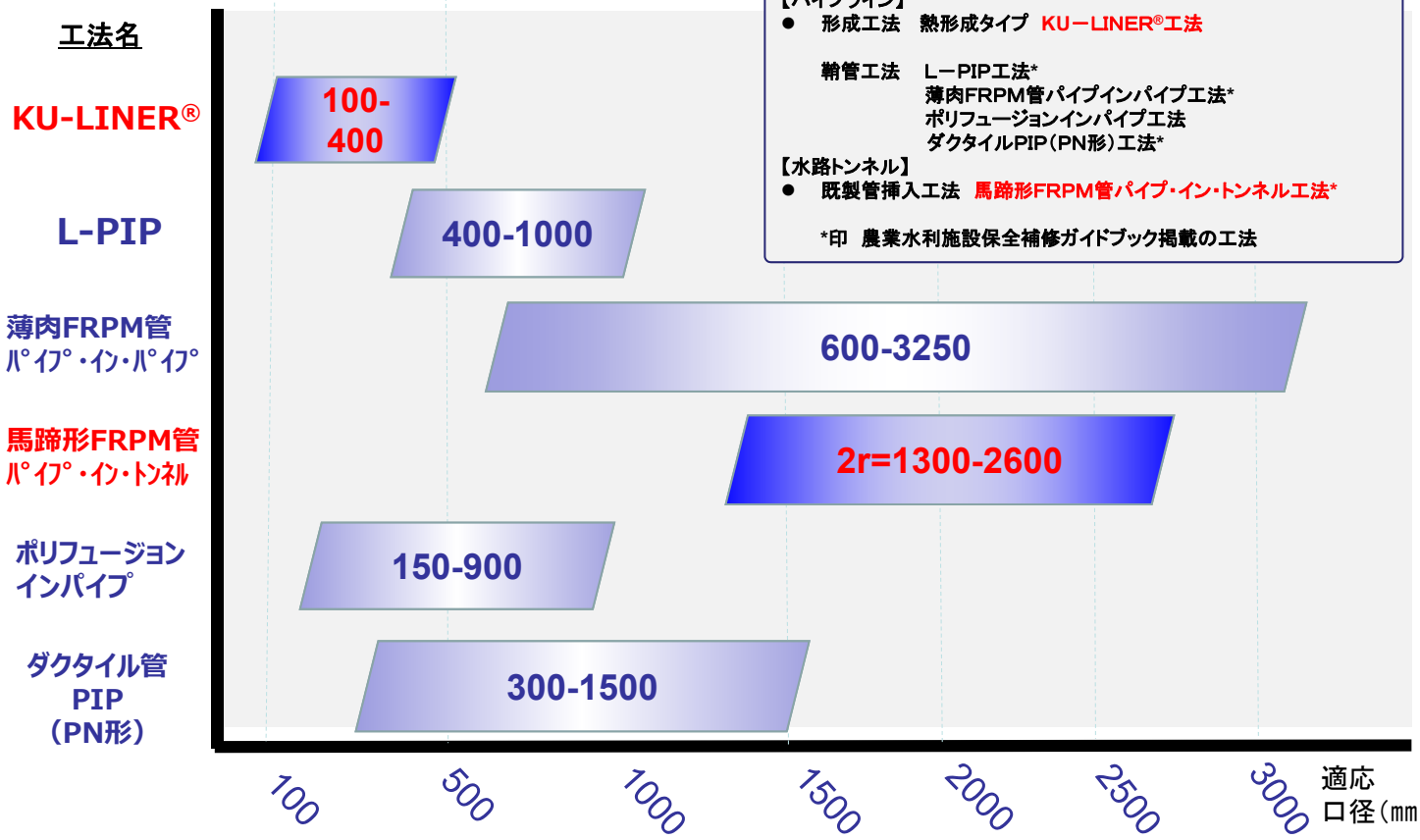
調査・診断
- 管内カメラ調査
- 管内径測定装置
- 内面載荷システム（開発中）
- 埋設管路探査

洗管工法
- SCOPE工法*AG*

“圧力管路市場に対し、調査・診断から更新・更生までをトータルソリューション”

1．はじめに

工法別適応口径レンジ（イメージ図）



管更生工法の分類

【パイプライン】
- 形成工法　熱形成タイプ　KU－LINER®工法

　　鞘管工法　L－PIP工法*
　　薄肉FRPM管パイプインパイプ工法*
　　ポリフュージョンインパイプ工法
　　ダクタイルPIP（PN形）工法*

【水路トンネル】
- 既製管挿入工法　馬蹄形FRPM管パイプ・イン・トンネル工法*

　　*印　農業水利施設保全補修ガイドブック掲載の工法

✓ 工法選定の基準：立坑構築の可否、耐圧性能および材工の経済性にて選定します。

2．馬蹄形FRPM管パイプ･イン･トンネル工法

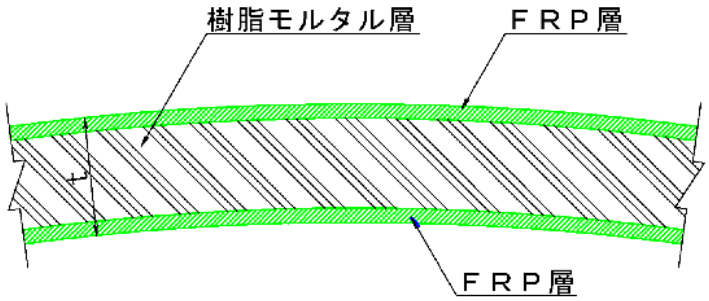
農業水利施設保全補修ガイドブック掲載

平成13年度農林水産省官民連携新技術研究開発事業に採択

老朽化した水路の改修を目的とした馬蹄形FRPM管を用いた既成管挿入工法

○FRPM管（強化プラスチック複合管）とは･･･

- **送水管向けの管材として開発、約50年におよぶ実績がある。**
- **軽量かつ耐食性、施工性、水理特性に優れた高強度な管材。**
- **FRP（最内層、最外層）と樹脂モルタル（中間層）の複合構造でコストを抑えながら高強度を確立。**
- **二種類の製法（フィラメントワインディング、~~遠心力成型~~）による製品がある。**

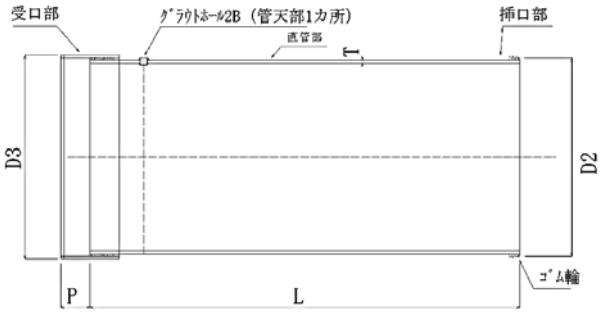


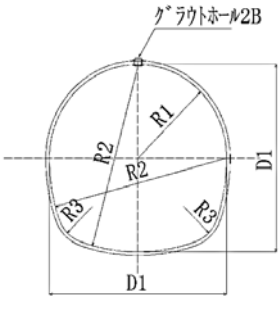
一般的なFRPM管の断面構造

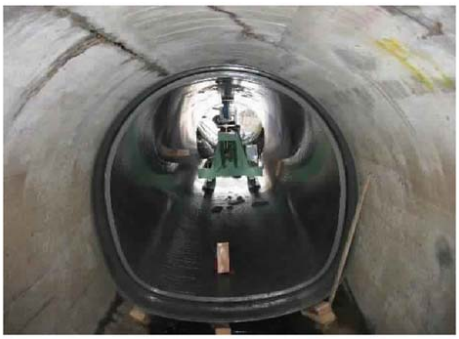
2．馬蹄形FRPM管パイプ･イン･トンネル工法

○馬蹄形FRPM管

- **口　径　　2r=1300~2600㎜（50㎜ピッチ）**
- **接　続　　受口部に挿口部を挿入するスリップ･オン･ジョイント**
- **水密性　　継手曲げ角度2.5°、0.2MPaの内水圧で漏水なし**
- **流速係数　C＝150**



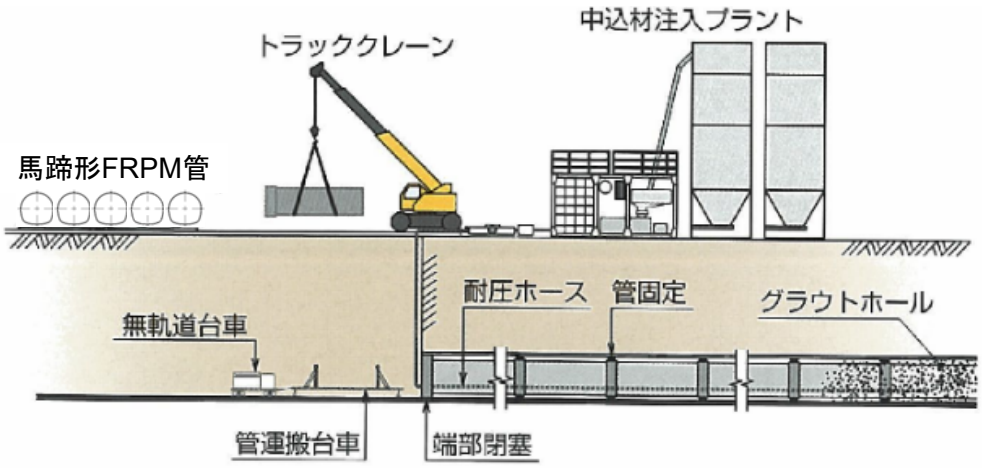




2．馬蹄形FRPM管パイプ･イン･トンネル工法

○施　工　方　法

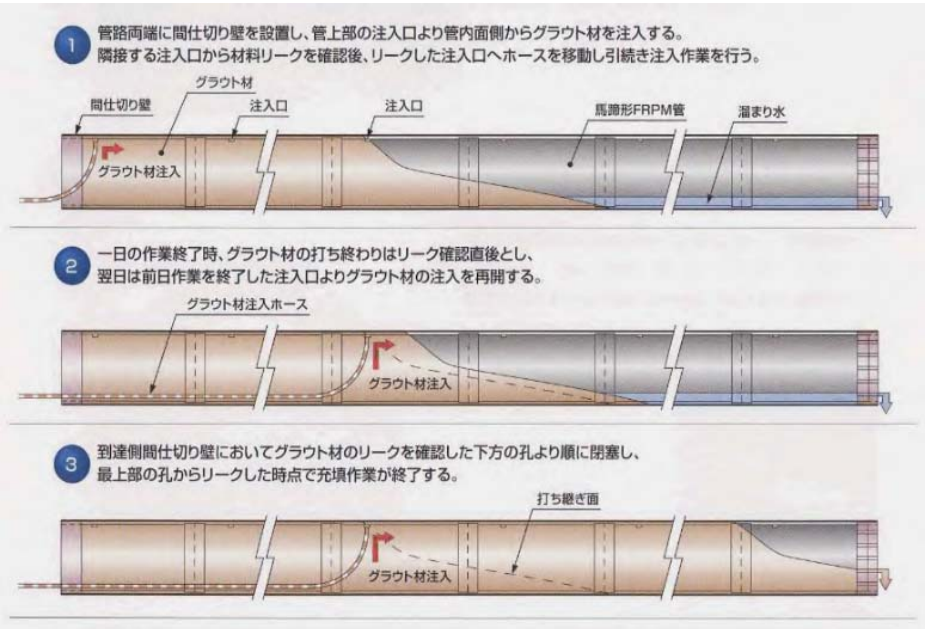
①立坑築造
↓
②配管布設
↓
③管路端部の閉塞
↓
④中間部間仕切壁の設置
↓
⑤中込材注入
↓
完　了



2．馬蹄形FRPM管パイプ･イン･トンネル工法

○施　工　方　法（中込材注入）

- 間仕切壁は、両端部のみ設置でよい。
  （水中分離抵抗性を有する耐水型グラウト材→中継ポンプなし最長500m）
- 湧水、滞留水のある環境下での打設が可能。
- 打ち継ぎ面も一体部と同等の強度を発現。



2．馬蹄形FRPM管パイプ･イン･トンネル工法

〇適用範囲

- **口　径**　　**馬蹄形FRPM管の製作呼び径2r=1300㎜～2600㎜**
  縦長馬蹄形（3r）の実績あり
- **最大施工延長**　**3000m**
- **水密性**　　**継手曲げ角度2.5°で0.2MPa**

〇工法の特長

- **補修による断面縮小を最小限に抑えることができる。**
- **曲線施工が可能である。**
- **管路の水理特性の改善が図れる（流速係数C=150）。**
- **構造耐力の改善が図れる（自立管）。**
- **耐食性、耐摩耗性に優れた管路を再構築できる。**

2．馬蹄形FRPM管パイプ･イン･トンネル工法

管搬入用かご型台車

隙間が小さい場合も対応可能

キャスター台車による施工も可能

管搬入状況

3．KU-LINER®工法

小口径パイプラインの補修を目的とした高密度ポリエチレンを用いた管更生工法

〇KU-LINERとは･･･

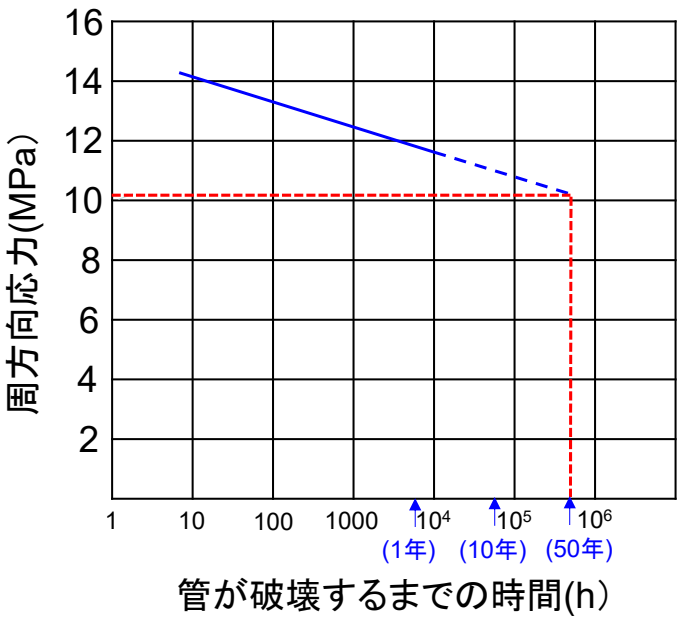
- アメリカで開発、ヨーロッパで発展した密着型熱形成工法（20年以上の実績）。
- 高密度ポリエチレンPE-100（熱可塑性樹脂） 製ライナーを用いる。
- 2018年にドイツから施工技術を導入。

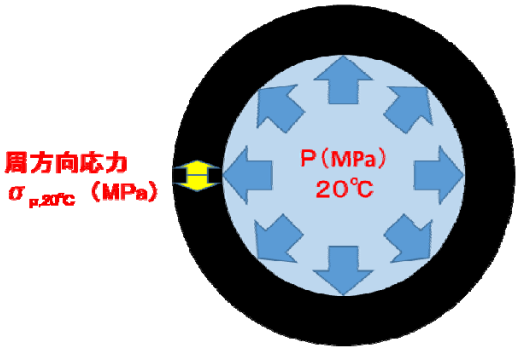
3．KU-LINER®工法

〇高密度ポリエチレンPE100

- ポリエチレンの管材への利用は1940年代からはじまり、その後技術的改良を重ね 1988年　高密度ポリエチレンPE100が開発。
- 長期性能（20℃で50年後の周方向応力）が10MPa以上。

<ISO9080「プラスチック配管及び管路システム－管形状の熱可塑性材料の外挿法による長期水圧強さの測定」





50年後の $\sigma_{p,20℃}$ ≧10(MPa)

内水圧P＝(2･$\sigma_{p,20℃}$･管厚) / (管径･設計係数)
例えば･･･SDR（管径/管厚）＝13.6
設計係数＝1.25 ･･･ ISO12162
P=(2･10) / ｛(13.6-1)･1.25)｝
であれば 内水圧≒1.25（MPa）

3．KU-LINER®工法

○工法の位置づけ

工場二次製品を使用

- 配管システムの復旧
  - 更生
    - 連続管を用いたライニング（施工時の断面変形なし）
    - 密着管を用いたライニング（　〃　断面変形あり）
    - 現場硬化管を用いたライニング
    - 不連続管を用いたライニング
    - 接着剤塗布ホースを用いたライニング
    - 螺旋状巻付け管を用いたライニング
    - その他更生法
  - 非開削による置換
  - 開削による置換

更生材の断面形状（拡径前）

ISO11295：2010「更生用プラスチック配管システムの設計に関する分類及び情報」における工法分類

3．KU-LINER®工法

○工法の特長

- 工場で製造、品質検査済みのポリエチレン製ライナーの形状を変化させるだけであり、現場環境の影響を受けにくく、安定した品質の更生管路が構築できる。
- ポリエチレンライナーは、耐衝撃性、耐摩耗性に優れ、化学的に安定であるため水質への影響がほとんどない。
- 電気融着（Electro Fusion）や突き合わせ接合（butt welding connection：口径200㎜以上対象）などの技術を利用でき、曲線管路への対応や施工延長の伸延ができる。
- 立坑が小さく、土工費の縮減が図れる。
- 設計条件により厚さ規格が選択可能　（SDR※13.6、SDR17、SDR26、SDR32）

※SDR（Standard　Dimensions　Ratio）　ISO 基づく値で、次式より算出
SDR＝（管の外径）/（管の厚さ）

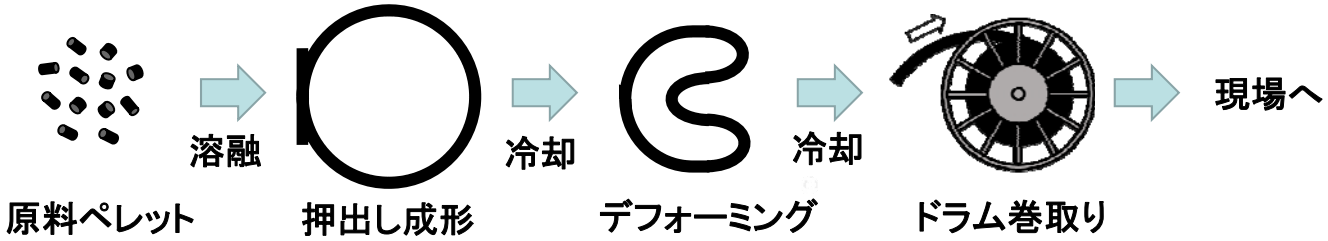
3．KU-LINER®工法

○ライナー仕様

項　　目	内　容
材　　質	高密度ポリエチレン　PE100
短期引張強さ	２０（MPa）以上
短期曲げ弾性率	820（MPa）以上
流速係数	１５０
粗度係数	０．０１０

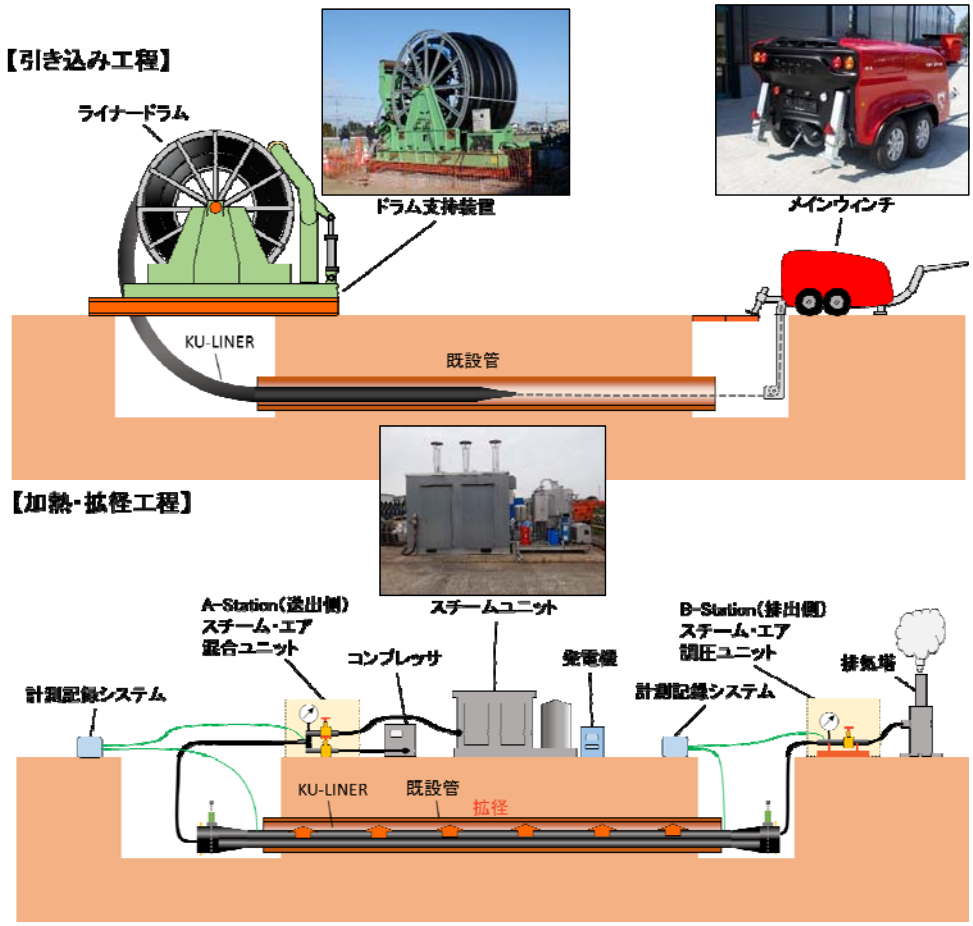
材料ドラム

○ライナーの製法



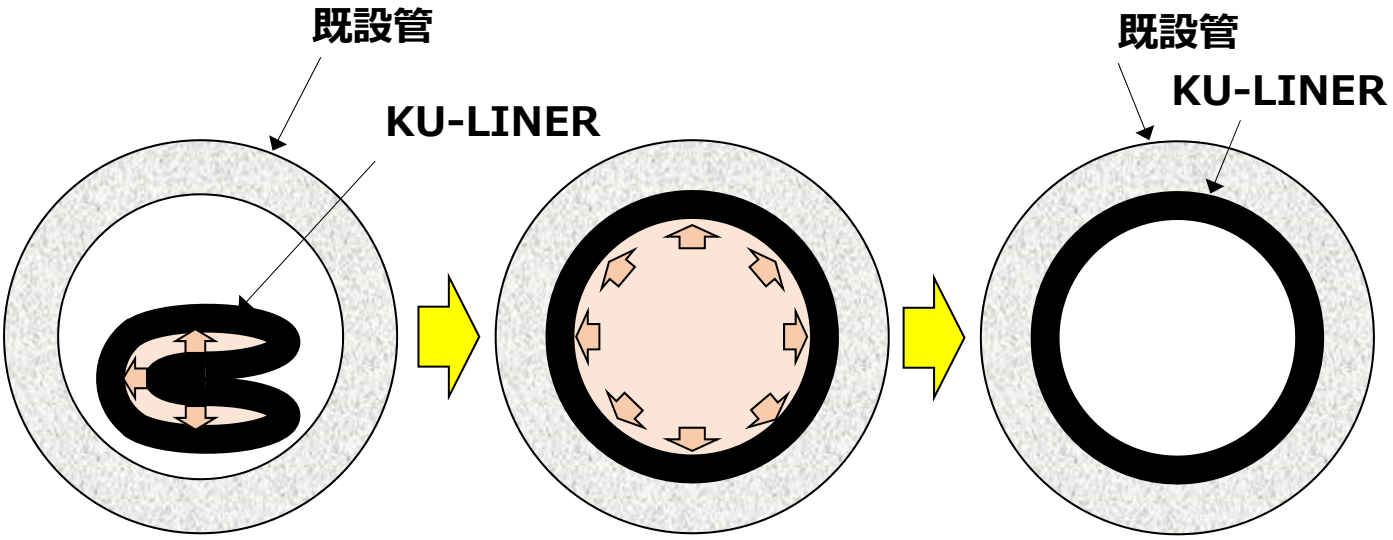
3．KU-LINER®工法

○施工方法



3．KU-LINER®工法

○加熱･拡径

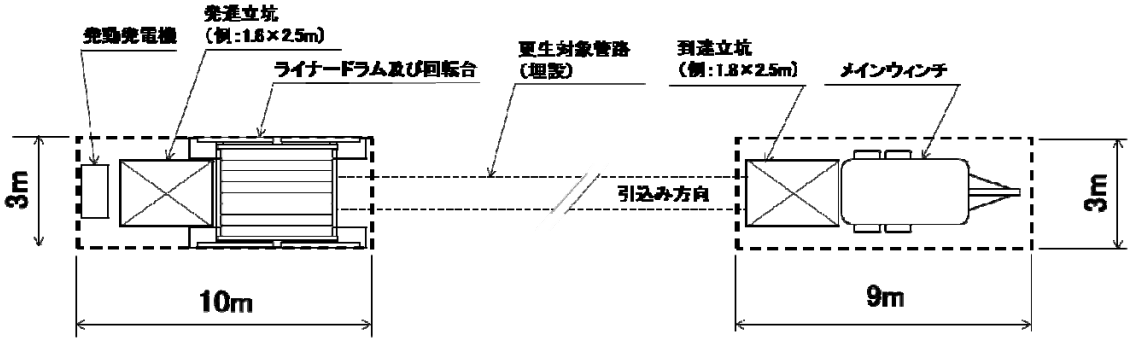


加熱･拡径の模式図

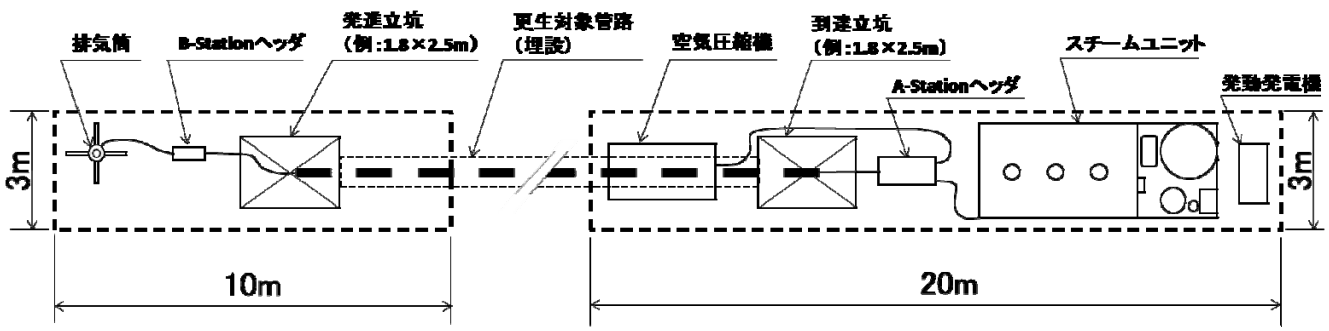
3．KU-LINER®工法

○機器配置例

【引込み工程】



【加熱･拡径、冷却】



3．KU-LINER®工法

○適用範囲

- 口　　径　　100㎜~400㎜
- 対　　象　　農業用水、工業用水の圧力管路
  （自然流下管路も適用可）
- 既 設 管　　特に制約なし。ただし強度が低下した管では不可の場合あり）
- 最大設計水圧　1.25MPa（SDR13.6 ）
- 構造設計　　自立管設計が可能
- 最大施工延長　口径100㎜、150㎜･･･600m
  口径200㎜~400㎜･･･ライナー1ドラム分 ※スチームユニット1台使用時
- 既設管段差　　25㎜以下
- 曲線管路　　角度22.5°以下（曲率半径がライナー外径の5倍以上）
  曲点が開削できる場合はEF融着継手により90度まで可能。

3．KU-LINER®工法

○ライナー厚さ･単位重量

呼び径 /Nominal Diameter	SDR13.6※1			SDR17※1		
	外径 /Outer Diameter （mm）	厚さ※2 /Thickness (mm)	参考質量 /Weight （kg/m）	外径 /Outer Diameter （mm）	厚さ※2 /Thickness （mm）	参考質量 /Weight （kg/m）
100	-	-	-	93	6.5	1.8
150	151	11.3	5	142	9.5	4.0
200	195	15.3	8.7	190	12.7	7.1
250	-	-	-	240	15.6	11.0
300	293	22.7	19.4	293	18.2	15.8
350	-	-	-	340	21.3	21.5
400	-	-	-	390	24.3	28.1
	SDR26※1			SDR32.25※1		
100	―	―	―	-	-	-
150	142	6.2	2.7	146	4.9	2.2
200	190	8.3	4.8	196	6.4	3.9
250	240	10.3	7.5	246	8	6.1
300	290	12.1	10.6	290	9.7	8.7
350	340	13.9	14.4	340	11.3	11.8
400	390	15.9	18.8	390	12.8	15.3

※1：SDR とは、外径と厚さ比（基準外径／最小寸法厚さ）

/※1：SDR is ratio of outer diameter and thickness (Standard outer diameter / min. Thickness)

※2：製造後の厚さ(納入時)

/※2：Thickness after production(at delivery)

3．KU-LINER®工法

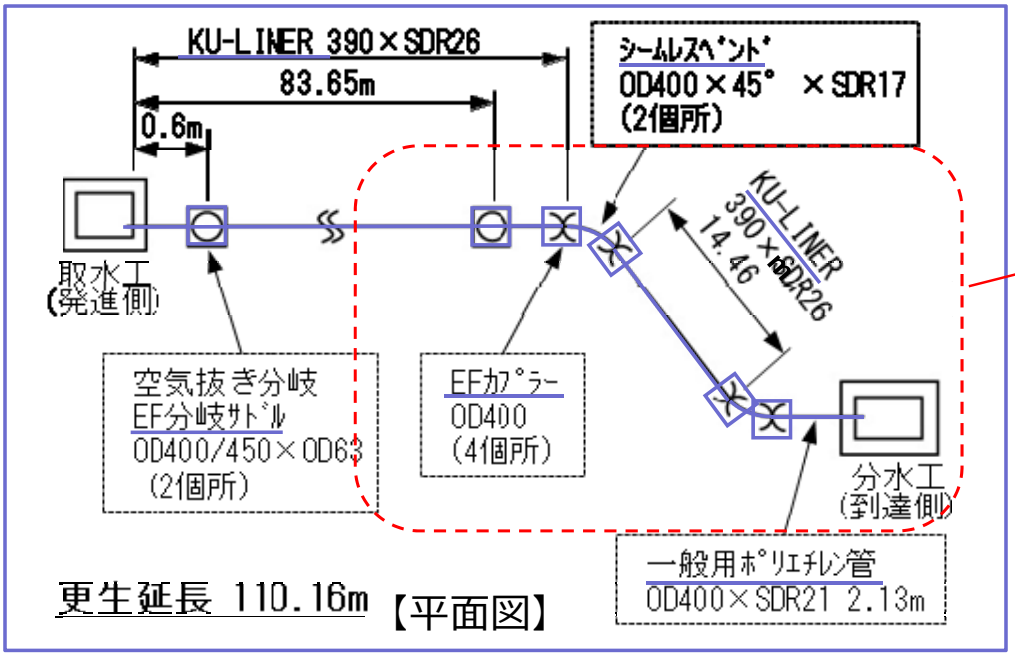
○荷姿・重量

SDR	呼び径	ドラムサイズ			巻取り	荷姿最大	荷姿重量
		外径(m)	芯径(m)	幅(m)	延長(m)	外径(m)	(ton)
13.6	100	-	-	-	-	-	-
	150	3	1.8	2.15	615※1	3	3.6
	200	3	1.8	2.15	390※1	3	3.9
	250	-	-	-	-	-	-
	300	3.2	2.3	2.15	135※1	3.2	3.2
	350	-	-	-	-	-	-
	400	-	-	-	-	-	-
17	100	3	2.1	2.15	1130	3	2.5
	150	3	1.8	2.15	840	3	3.8
	200	3	1.8	2.15	395	3	3.3
	250	3.2	2.2	2.15	270	3.2	3.7
	300	3.2	2.3	2.15	143	3.2	4.1
	350	3.2	2.3	2.15	120	3.2	3.1
	400	3.2	2.4	2.15	51	3.2	2
26	100	-	-	-	-	-	-
	150	3	2.1	2.15	616	3	2.2
	200	3	1.8	2.15	520	3	2.9
	250	3.2	2.3	2.15	275	3.2	2.6
	300	3.2	2.4	2.15	145	3.2	2.1
	350	3.2	2.4	2.15	110	3.2	2.2
	400	3.2	2.4	2.15	100	3.2	2.5
32.25	100	-	-	-	-	-	-
	150	3	2.1	2.15	750	3	2.3
	200	3.0	2.1	2.15	395	3.0	3.0
	250	3.2	2.4	2.15	275	3.2	2.3
	300	3.2	2.4	2.15	210	3.2	2.4
	350	3.2	2.4	2.15	110	3.2	1.9
	400	3.2	2.4	2.15	97	3.4	2.1

3．KU-LINER®工法

○施工例（埼玉県大里農林振興センター）

- 口　　径　400㎜
- 延　　長　110.16m
- 設計水圧　0.02MPa
- 2カ所の45°屈曲、2カ所の空気抜分岐あり



3．KU-LINER®工法

○施工例（埼玉県大里農林振興センター）

事前カメラ調査

ライナードラム設置

メインウインチ設置

引込完了

拡径完了

EF融着作業

3．KU-LINER®工法

○施工例（埼玉県大里農林振興センター）

分岐取出し（EF融着継手）

曲管施工（シームレスベンド+シームレスベンド）

曲管施工（シームレスベンド+シームレスベンド）

4．おわりに

〇馬蹄形FRPM管パイプ・イン・トンネル工法

- 老朽化した水路の補修用工法。
- 2r=1300~2600㎜に適用。
- 工場二次製品による安定した品質の更生管路が構築できる。
- 構造耐力（自立管）、水理特性（C＝150）の改善が図れる。
- 曲線施工が可能。
- 水中分離抵抗性を有する耐水型グラウト材→中継ポンプなし最長500m

〇OKU-LINER®工法

- 老朽化したパイプラインの補修用工法
- 口径100~400㎜に適用
- 工場二次製品による安定した品質の更生管路が構築できる。
- 構造耐力（自立管）、水理特性（C＝150）の改善が図れる。
- EF融着、butt接合技術などの適用により曲線や分岐に対応可能。

4．おわりに

ご清聴ありがとうございました

株式会社栗本鐵工所およびRe-パイプシステム工法協会では、調査・診断業務をはじめ管路更生工法および洗管工法などの各種保有技術で農業用水管路のストックマネジメント事業に貢献してまいります。

お問い合わせ・資料請求先

〇株式会社栗本鐵工所東京支社

パイプシステム事業部農水営業部東京営業グループ

☎03-3450-8510　k_taki@kurimoto.co.jp

ストックマネジメント事業化推進室

☎03-3450-8541　y_tateishi@kurimoto.co.jp

〇Re-パイプシステム工法協会事務局

☎06-6538-7701　k_futamura@kurimoto.co.jp