

# 1. 伏びとは

伏びは鉄道建設時に、主に農業用水を流すために敷設された横断管路である。古くは陶管が用いられており、建設後100年近くもたった陶管の伏びが50%以上を占める。

の構造

注) 伏びの材質のデータはFCR工法協会にて受注した数値に基づいている。

伏びの材質

# 2. 破損した伏びの危険性

鉄道開業後、長年の列車の通過や地震など、また昨今では鉄道の高速度に伴い、伏びがひび割れを起こしていたり、伏びが土砂で埋まり、水の流れが阻害されている。同様に破損箇所により雨水とともに土砂の流入が起こり、その上部の路盤に空洞を発生させ、最終的には路盤の陥没を起こす原因となる。

大規模事故の原因となる空洞の発見・充てん、さらにはその空洞の原因となる伏びの欠陥の発見・補修は、安全で安定した輸送を確保する上で必要不可欠である。

事故発生メカニズム

①伏び上部の破損

路盤  
伏び

破損した伏びの内部

②伏びへの土砂の流入  
→空洞の発生

③路盤陥没→最悪の場合脱線事故につながる

空洞

# 3. 従来の伏び維持管理

従来の伏びの修繕・改築工事の主な流れは、下水道用調査手法と機器を用いて、調査→しゅんせつ・カメラ調査→修繕・改築工事が一般的であった。通常は農家に配慮し、農閑期を利用する。

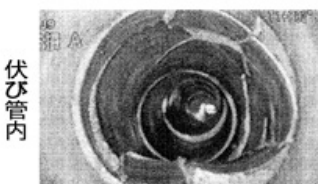


老朽化した管の状態

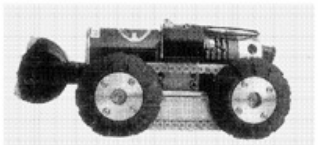
- これには、次のような問題点があり、調査および補修ができない場合があった。
- ①車両の進入路がなく、補修できない。
  - ②伏びのジョイントに段差ができ、カメラ調査ができない。
- そこでこの従来の問題点を解決したFCRカメラ調査について述べる。

## 調査

# 4. FCRカメラ調査

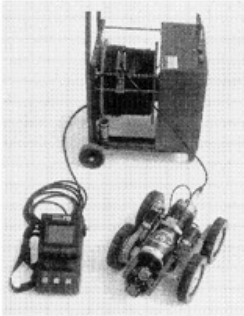


伏び管内



伏び専用調査装置「PV-2100J」自走車

伏び専用調査装置「PV-2100J」全体図

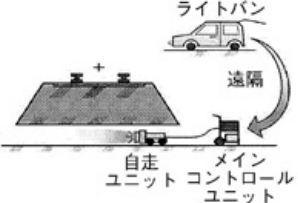
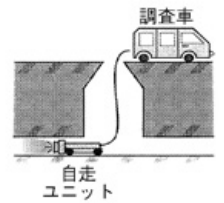


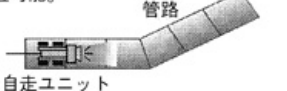
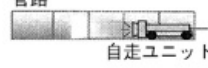
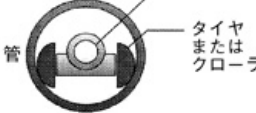



調査には伏び専用開発した調査装置「PV-2100J」を用いる。

この装置の特長は①車両進入路がなくとも調査可能②伏びジョイント部の段差があっても調査可能③しゅんせつせずに調査することも可能である。

この装置を用いることにより、従来の下水道用調査装置で調査できなかった部分への作業拡張が可能となったほか、結果的に調査費用のコストダウンが図れた。

## 従来の下水道用調査装置との比較

条件	FCR伏び専用調査装置	従来の下水道調査装置
車両の進入路がない場合の調査	コンパクトで車両から降ろし持ち運び可能。 鉄道会社が所有しているライトバンにのせ、駐車スペースまで運搬し、車両からおろし、伏び管口まで装置一式を人力で運び、調査可能。 	車両搭載装置のため車両が入らなければ検査不可。 システム一式が車載型になっており、車両を伏び管口に横付けできれば調査可能。 
伏びジョイント部の段差	左右独立駆動、補助チェーンにより走行可能。 ジョイントごとに段差があっても調査可能  しゅんせつを行わず、土砂が堆積していたり、ぬかるんでいても伏び上部の変状を調査することが可能。また自走ユニットが走行出来ない場合には押込み棒で推進させることが可能。  自走ユニットが左右独立駆動になっており、向きを変え、片側からのみ調査可能。 	段差があると走行不可。 管路に段差がなく、整列していれば調査可能。  管路を必ずしゅんせつしてから調査する。土砂が堆積していたり、ぬかるんでいなければ調査可能。  途中で曲がっている場合には、両管口からカメラを入れることができれば片側から調査後、反対側から調査することで可能。 
しゅんせつを実施せずに調査	左右独立駆動のチェーン、車高が高いことにより、土砂、ぬかるみ走行可能。	土砂、ぬかるみの上では走行不可。

老朽伏びのカメラ調査により、ひび割れが小さく、管路をそのまま利用して補修する場合と、かなり傷みがひどく、補修不能で、管路を埋め殺して改築する場合とに診断結果が分かれる。

調査結果に基づいて対応策がとられることになるが、ここでは従来の問題点を解決したFCRライナー工法について紹介する。

### 調査結果に基づく対応策

FCRカメラ調査  
(しゅんせつしなければならぬ場合、FCRしゅんせつカメラ調査を行う)

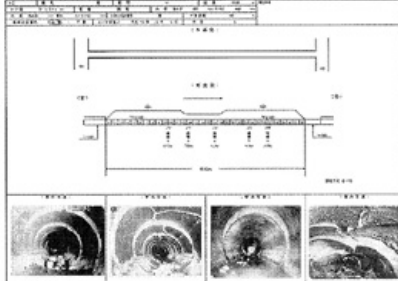
補修で対応ができる場合

補修  
FCRライナー工法

変状激しく補修できない場合

改築  
FCR推進工法

### 診断結果



## 補修

## 5. FCRライナー工法

### 従来の下水道管路用補修工法との比較

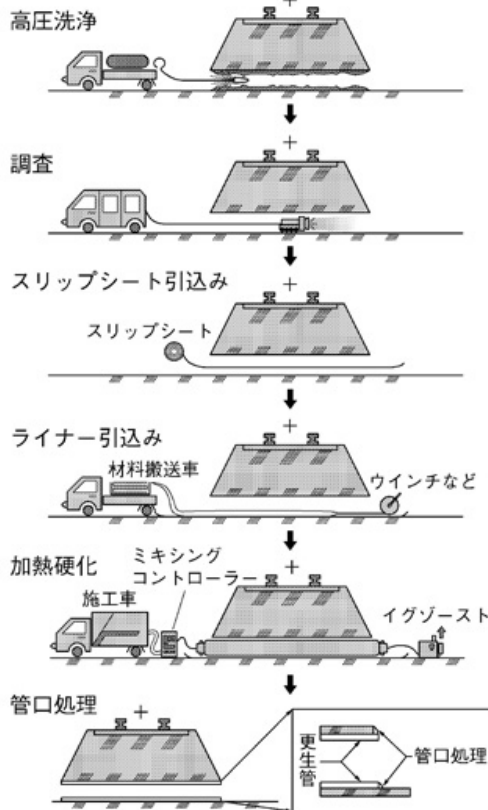
損傷した伏びを補修し、土砂の流入を止め陥没事故の発生を防ぐ。

#### 【特長】

- ①伏び補修専用材料の開発により、コストダウンを実現。
- ②施工設備をコンパクトにすることにより、施工車が伏びに近接可能。
- ③施工車が伏びに近寄れなくても施工可能（蒸気硬化方式を改良したため、最大30cm離れても施工可能）。
- ④蒸気硬化方式のため、余裕をもって1日で施工完了。

項目	FCRライナー工法	下水道管路用工法
材質	伏び用に開発されたもので、耐薬品性を制限した不飽和ポリエステル樹脂を使用し安価。	下水道用に開発されたもので、耐硫化水素などに対応して、耐薬品性を重視した不飽和ポリエステル樹脂を使用し、補強材にウレタンを溶着しており、高価。
施工条件	設備は最もコンパクトで、伏びに少しでも、近接可能。施工車と伏びが30cm離れても施工可能。	設備が大型で伏びに近接困難。施工車と伏びが70cm離れると施工困難。
施工時間	1本/日の施工に余裕。	1本/日の施工が限界。
コスト	伏びの長さは一般的に10-20mであり短い。このため、材料の余長が1cmでよい。そのため、低コストでの施工を実現。	10-20mの伏びに対して材料の余長が3-5cm必要となり低コストでの施工が困難。

## FCRライナー工法による補修



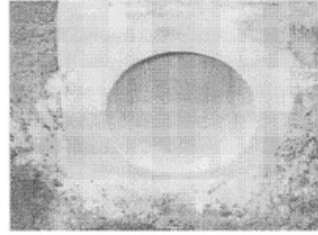
ライナー引込み



加熱硬化



補修完了



## 改築

## 6. FCR推進工法

変状が激しく補修できない伏びには、FCR推進工法を使用する。FCR推進工法は伏びの敷設状況を考慮し、立坑寸法を最小限におさえている。

### 【特長】

- ①鋼管推進(2重ケーシング式)工法を採用することにより、到達立坑に工事用機材を持ち込むことなく、発進立坑より全作業が可能。
- ②2重ケーシング方式は、推進途中でも切削ビットの交換が可能であり、地盤の変化・地中障害に対し十分対応可能。
- ③先導体に取り込制御装置(油圧シャッター、スパイラルスクリーン)を取り付けることにより、掘削土砂の取り込み制御が可能で、高い安定性を確保することができる。
- ④方向修正が可能であり、高い推進精度を確保することができる。
- ⑤設計荷重に応じたガラスライナーで補強することにより、十分な強度と耐久性を保証。(注)ビットとは刃先本体の最先端に装備されている地山を直接切除する刃先。

## FCR推進工法による改築

