

提案型耐震性管路材料の 固有研究

1. 研究の目的と背景

1995年1月17日に発生した阪神・淡路大震災を契機に、国を挙げての地震対策が種々に講じられてきている。

これまで下水道施設は、地中構造物のため一般的に地震に強いと言われてきた。しかし、管路施設と言えども地盤の急変部や液状化地盤、軟弱地盤や構造的に弱い箇所では大きな被害を受ける事が明らかになってきた。

このような状況の中で(財)下水道新技術推進機構においても、阪神・淡路大震災の被害状況を踏まえ、1995年9月「耐震性管路材料技術資料-特別編集版-」を作成した。これは既存の管路材料の中で耐震性能を有しているものを取り上げ、管きよ、マンホール、マシンホール、取付け管、ますなどの部材ごとにそれぞれの持つ耐震性能を分類・整理したものである。

発刊と同時に、全国の下水道担当者から技術的内容等についての問い合わせが相次ぎ、下水道管路施設における耐震設計の確立が急務の課題であることが痛感された。

これらのことから財団では、下水道管路施設の耐震設計基準等が見直されつつある状況の中で、今後の耐震性管路施設としてのあるべき姿と方向性を、材料を主体に提案するという新しい型の研究として“提案型耐震性管路材料”の研究を行った。

2. 調査内容

耐震性管路材料として、本来的に有すべき機能や新たに付加すべき機能や構造について、「設計する側の考え方」と「材料を提供する側の考え方」の両方の立場を考慮し、研究対象をアイデアのものから実際に実用化されているものまで多種多様にわたって現実的な検討を行った。また、「耐震性管路材料技術資料-特別編集版-」に掲載されているものについては編集の対象から除いた。本研究成果は(財)下水道新技術推進機構が独自に研究したものを中心にまとめており、必ずしも、実際の管路材料メーカーの研究開発や生産計画とは一致するものではない。

3. 調査結果

3.1 管路施設の被害について

管路施設等の地中埋設物は、それが排除する土の重量に比べて軽量であるため、構造物自体の固有周期や減衰性能等に依存する管独自の挙動は僅かである。また、水道管やガス管等とは異なり、管きよの継ぎ手部は、自由に抜け出す構造となっている。このため、地震時における管路施設は、地盤の形状に追従した挙動を示すが、その変位が許容値を超えると被害が生じる。(図-1～図-5参照)

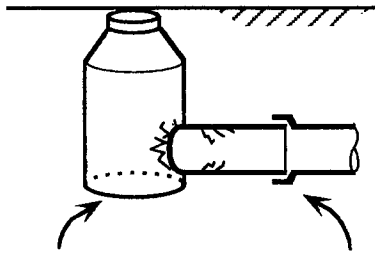


図-1 マンホールと管きよの接合部の破損

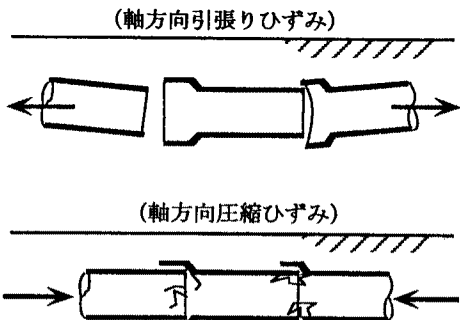


図-2 継ぎ手部の破損

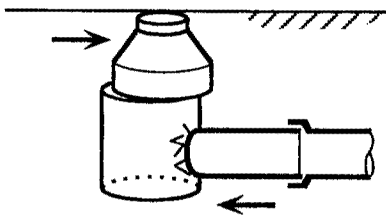


図-3 マンホールの被害

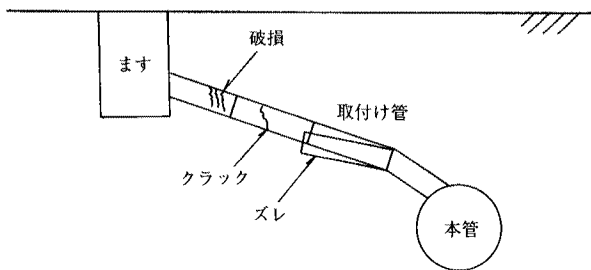


図-4 取付け管の被害

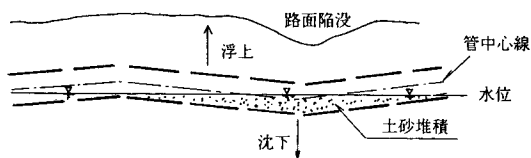


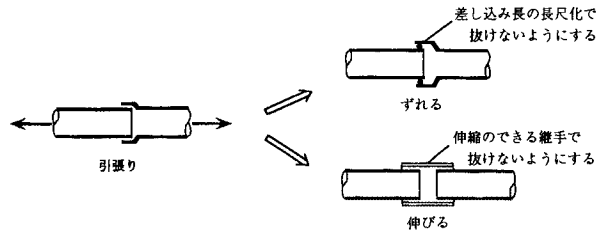
図-5 液状化による浮上・沈下

3.2 耐震方策のあるべき方向

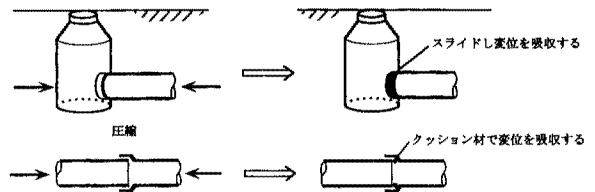
管路施設の耐震方策は、地盤の動きが外力となつて生じる引張り、圧縮、曲げなどの発生応力に対し、

剛体な構造で対抗することは、構造的、経済的に不利であり、できる限り以下の方策にて対応する必要がある。

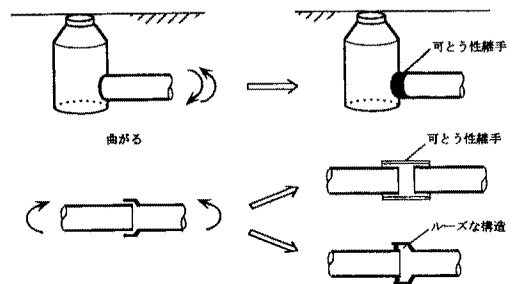
(1) 引張りが生じる部位は、「伸び」あるいは「ズレ」が可能な構造とする。



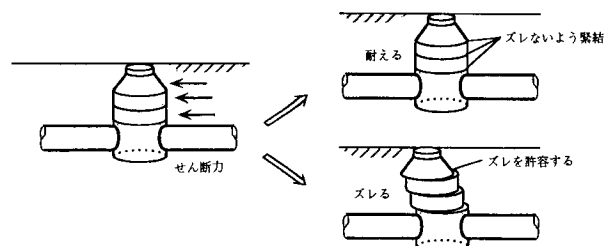
(2) 圧縮が生じる部位は、圧縮時の衝突による衝撃を緩和させる構造とする。



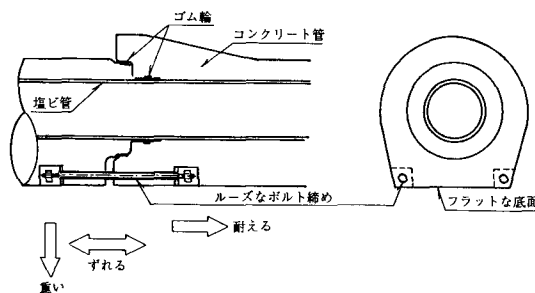
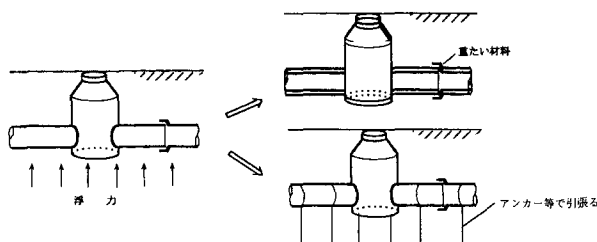
(3) 曲げが生じる部位は、屈曲が可能なように柔軟な構造とする。



(4) せん断が生じる部位は、「緊結」あるいは「ズレ」が可能な構造とする。

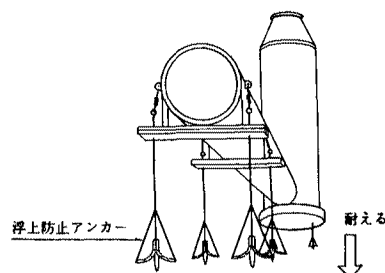


(5) 浮力を受ける場合は、重量あるいは緊結によって浮上防止を図る。



③ 浮上防止アンカー

管きよとマンホールを地中アンカーでとめて浮き上がりを防止するものである。



3.3 提案型耐震管路材料

管路施設の耐震化を図る方法としては、「剛性的に対応する方法」と積極的に変位を許容し全体として少しずつ変形しながら、大きな被害が生じないようにする「柔軟な対応法」とがある。

これらの使い分けは、その管路材料を用いる用途、対象地盤、施工規模等によって、対応のしかたは異なってくるものと考えられる。

また、耐震管路材料の対応のしかたには、既存の材料の構造を一部改良することにより耐震性能を向上させる対応策、従来の素材の材料を組合せて耐震性能を向上させる考え方、新たな素材を用いて新たな発想構造で対応する場合など種々の方法があげられる。

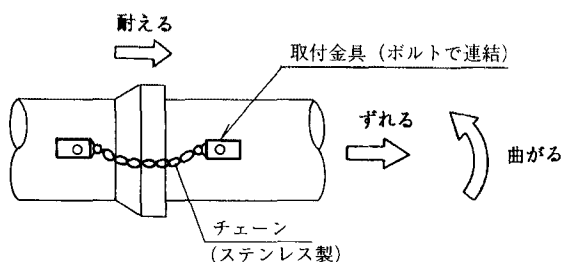
以下に使用部位別の耐震化の事例の一部を紹介する。

(1) 剛性的に対応する方法

1) 管きよ

① チェーンつなぎ管

ヒューム管をチェーンでつないで管きよが破損しない程度まで、ずれや曲げに対応する管きよである。



② 塩ビ内装コンクリート管

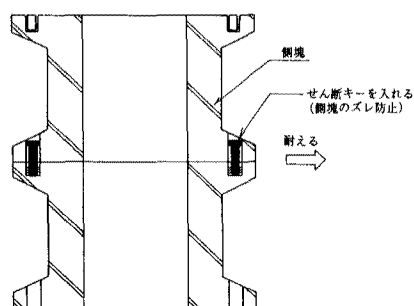
コンクリートと塩化ビニル管の複合管で、塩化ビニル管の継ぎ手部と重ね合わせ長を確保して、ずれに対応するとともに、ルーズ性を持たせたボルト締めにより抜け出し防止を図った管きよである。

2) マンホール

2-1) マンホール本体の継手

① ズレ止め付マンホール側塊

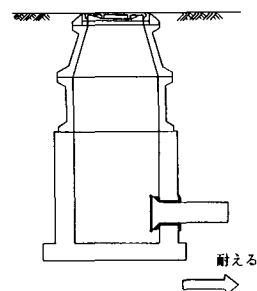
マンホール側塊の継手部に金属製のせん断キーを入れ、側塊のズレを防止する。



2-2) マンホールと管の継手

② 塩ビ製つば付短管

管きよとマンホールとの接合部につば付きの塩ビ製の短管を用いて抜け出しを防止する。

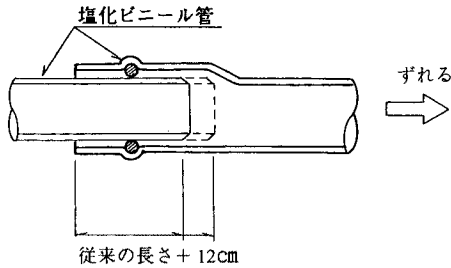


(2) 柔軟に対応する方法

1) 管きよ

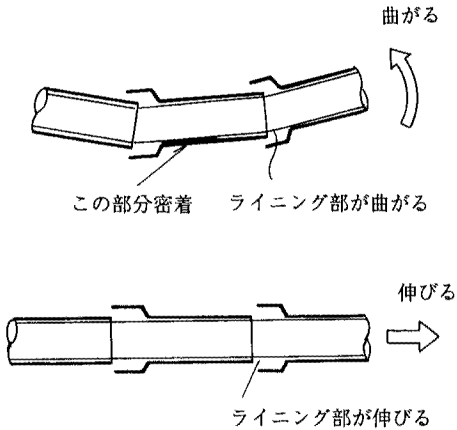
① ロング受口継手

従来の受口の有効長を12cm程度長くして、抜け出しを防止する方法である。



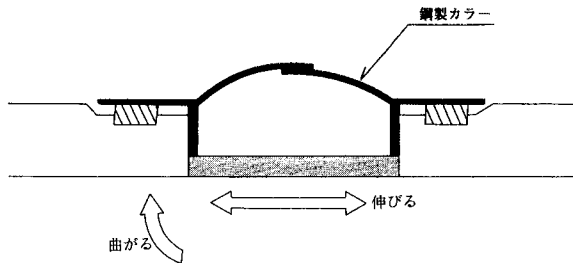
② 超長尺フレキシブルライニング管

管きよ更正技術の一部改良して、継手部を除き既設管の内面と新たな更正管を接着剤で密着させる。



③ 鋼製自在カラー

曲面状に重ねた鋼製カラーを管にはめ込むことにより、継手に可とう性を持たせる。カラーが自在に回転・スライドすることにより、ずれや屈曲に対応する。



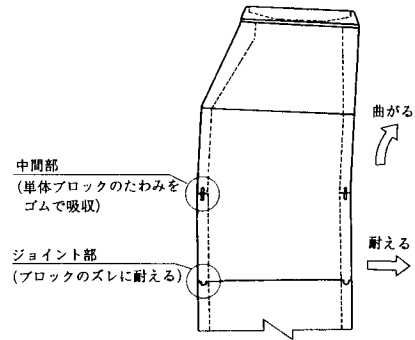
2) マンホール

2-1) マンホール本体中間部

① 可とうマンホール

組立マンホールのブロック間は剛結にして、ブロック単体の中間部はゴムジョイントを内蔵する構造とし、マンホールの一体的なたわみ性を向上

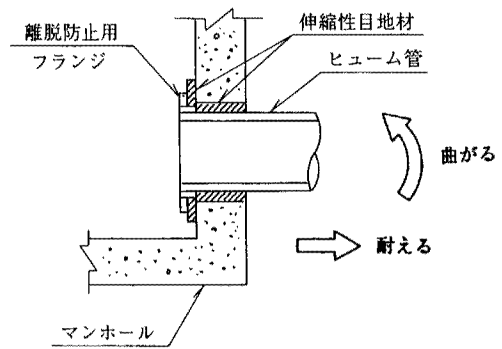
させる。



2-2) マンホールと管との継手

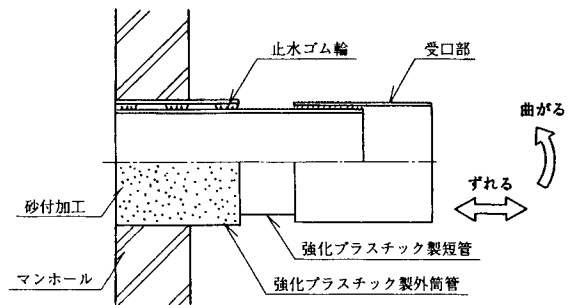
① コンクリート製つば付き短管

ヒューム管端部にフランジを取付けるとともに、マンホール壁の管挿入部およびフランジ接触部に伸縮性の目地材を設置し、抜けや屈曲に対応する。



② 二重管マンホール継手

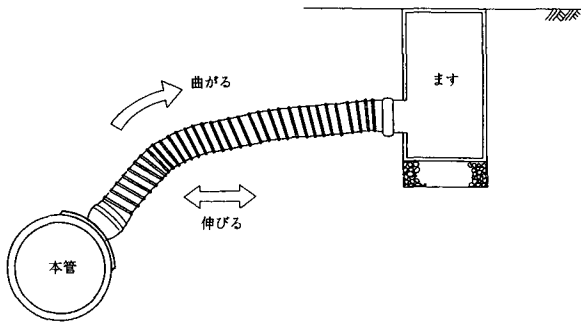
マンホールに接続する管きよを外管と内管の二重構造として、その間に止水ゴムをはさんで伸縮と曲げに対応する。



3) 取付け管

① ジャバラ取付け管

合成樹脂を素材とした波付け管を取付管に応用し、「ます」と「本管」の間を一本ものとするここと、伸縮と曲げに対応する。



本研究では、これらの管きよの耐震性方策を検討した他に、維持管理におけるものや耐震後の対応策などについても検討を行った。これらの研究成果のまとめ方は、既存の観念にとらわれず耐震化の要素を具体的に図化するという手法で整理しており、個々の材料について、

- ① しかけ
- ② 効能
- ③ 開発段階
- ④ 特許
- ⑤ 詳細図
- ⑥ 形状・規格
- ⑦ 今後の開発の方向
- ⑧ 評価

などの事項を統一した様式によってとりまとめ、同時に管きよ材料の種別毎に管きよ、マンホール(マシンホール)、取付け管、ます等に分類した。また、個々の管路材料の持っている特性を以下に示す要素毎に再分類して耐震機能の評価を容易にした。

- (1) 材料による分類
- (2) 機能による分類
- (3) 製品化による分類
- (4) その他の分類

4. 今後の課題と対応について

管路材料のアイデアを実用化につなげるためには、それに見合った材料の素材を研究開発する方法と、現在ある素材を生かしてその素材特性を考慮した管路材料の開発がある。どちらにおいても、本来、有する下水道管渠施設としての機能と耐震化にかかわる機能を併せ持つ材料であることが研究開発の前提条件となる。

本研究成果は、今後の研究の継続性を考えた中で、平成8年8月に「提案型耐震性管路材料技術資料」として取りまとめて発刊した。

本技術資料集の中には、読者用のアンケート用紙(『技術者の声』)を折り込み、本技術資料集を利用される多くの技術者から、今後実用化に向けて開発・研究の要望などの意見をお聞かせ頂く形をとっている。また、これらのアンケートにより要望の多い事柄については、下水道管路施設の耐震設計基準等の改正内容との整合を図りつつ、本財団が適宜メーカー等との共同研究を行っていく考えである。

●この研究に関する問い合わせは

研究第二部長	前田 正博
研究第二部主任研究員	千葉 恭人
研究第二部研究員	森岡 真一
研究第二部研究員	久保田勝一