

## 土地改良事業計画設計基準・設計「パイプライン」の主要検討項目における考え方

- 前回の技術小委員会（平成20年12月16日）における委員の意見及びパブリックコメントに対する対応方針（案）
- 土地改良事業計画設計基準・設計「パイプライン」の改定における耐震設計の考え方
- 土地改良事業計画設計基準・設計「パイプライン」の改定における補修・補強について
- 土地改良事業計画設計基準・設計「パイプライン」の改定における新技術について

平成21年 2月26日  
農村振興局

## これまでの経緯と技術小委員会での検討事項

○第一回技術小委員会及びパブリックコメントの意見を踏まえ、設計基準改定検討委員会で検討を行い、耐震設計内容の充実や新技術の運用における充実を図った。

### 改定の背景

・適切な耐震設計の考え方を基準等に記載することが必要。

・補修・補強対策の調査、設計、施工に関する考え方等について基準等に記載することが必要。

・コスト縮減が図られるよう新技術の留意点等について記載することが必要

設計基準改定検討委員会（過去4回実施）

### 第一回技術小委員会 (H20.12.16策定)

耐震設計の考え方

- ・重要度区分の考え方及び具体案を提示
- ・地震応答対策の考え方（具体案は未提示）

補修・補強

- ・補修・補強工法の考え方（具体案は未提示）

設計・施工における新技術

- ・新技術・新工法の事例を紹介するとした

パブリックコメントの実施（12／20～1／20）

設計基準改定検討委員会（第5回）による検討

### 第二回技術小委員会 (H21.2.26策定)

耐震設計の考え方

- ・重要度区分の考え方及び具体案については、第一回で提案したとおり追記
- ・地震応答対策の具体案を今回提示

補修・補強工法については第一回で提示した基本的な考え方の他、技術書に対策工法等を追記

- ・対策工法の選定・設計等の留意事項を今回提示
- ・対策工法の施工後の検証を今回提示

新技術・新工法の弾力的な運用

- ・技術書に事例紹介するとともに弾力的な運用が図れるよう「基準及び運用の解説」にも記述を追記（今回提示）

## 前回の技術小委員会(平成20年12月16日)における委員の意見及びパブリックコメントに対する対応方針(案)

○前回の技術小委員会における委員の主な意見は、耐震設計の重要度区分と新技術の運用等であり、それぞれ再整理を行っている。また、パブリックコメントの主な意見は耐震設計の充実であり、その概要を公表した。

### 1. 技術小委員会での意見

前回の技術小委員会での主な意見内容	対応方針(案)
○地震が発生した時に一連の水利施設である頭首工、パイプラインの耐震設計は横並びをとって同様にしているのか。	○水源施設である頭首工は河川内に設置するため、被害に対する影響は、送配水施設であるパイプラインとは規模が異なります。 このように耐震設計の基本思想の時点で河川区域の内外で耐震設計に対する考え方を変えています。
○新しい技術がどんどん出てくるなかで、コスト縮減ということが喫緊の課題になっています。現場で弾力的に新しい技術が取り込めるような運用をしていただけたらと思います。	○この意見を踏まえて、新しい技術が、弾力的な運用が図れるよう「基準及び運用の解説」に記述する他、技術書「補修・補強」の項目を新たに設け、実績の少ない補修補強工法適用に係る留意事項等を記述しています。

### 2. パブリックコメントの内容

パブリックコメントの内容	対応方針
○中越沖地震被災地で耕作を行っています。 是非、地震災害発生に迅速に対応できるよう、それら項目をできるだけ織り込んでいただきたいと思います。水がないと耕作できませんから。	○パイプラインの設計・運用・管理に関しては、地震被害の軽減の観点から、基準の運用(農村振興局長通知)『10-6耐震設計』、基準及び運用の解説において、利水上の影響、災害時のリスク管理上の影響を考慮し、耐震設計や経済性の観点から重要度区分を定め、耐震性能を設定し、それに応じた検討を行うこととしています。 また、技術書『9.6耐震設計』では、「複線化(ダブル配管)による通水中断による支障の軽減化」などの記述と併せて、左記意見の内容を包含する具体の設計内容を示していると考えます。

- 地震応答対策とは、耐震設計(応答変位法等による安全性の検証)が困難な場合に行う対策をいう。
- 地震応答対策には、(1)地震動に対する地震応答対策と、(2)地盤変状に対する地震応答対策がある。

○局所的な弱部の安全性を高めるための検討が必要

耐震設計  
が困難

○局所的な地震応答対策を行う。

(1)地震動に対する地震応答対策とは、  
パイプラインの屈曲部、土質の変化点、地盤の急変部など、耐震設計(応答変位法)では定量的な対策工法の検討が出来ない挙動に対する対策をいう。

【パイプラインの屈曲部、構造物と管路接続部における対策】  
例:地盤の改良(構造物の基礎地盤の支持力を高める)  
可とう管の設置(構造物周辺との接合部等)

(2)地盤変状に対する地震応答対策とは、  
地盤の液状化や地すべり、斜面崩壊、地盤沈下などの永久的な変位の対策であり、耐震設計等により地盤変状に対する安全性を検証できない際の対策をいう。

【液状化の予想される飽和砂質土層】  
例:土層改良(ソイルセメントなどの液状化しない材料の使用)  
地下水位を低下させる

全線に渡る効率的な設計手法は現時点では未確定。  
今後の課題。

## 地震応答対策の追加

- 地震応答対策の検討にあたり、耐震設計を補足する地震応答対策に関する記述を追加した。これにより、耐震設計では網羅できない弱部等に対する検討を体系的に行うことが可能となった。

### 基準の運用(局長通知)

#### 10-6 耐震設計

パイプラインの耐震設計に当たっては、その用途、規模、立地条件及び地盤の震害経験等を考慮し、社会的、経済的な重要度等を十分検討して、それに適合した手法で行うものとする。

##### (1) 地震動に対する検討

地震動に対する検討は、必要箇所について地震動による被害を軽減するための対策工法を採用することを基本とする。

##### (2) 地盤変状に対する検討

液状化等による地盤変状の可能性を判定し、必要箇所について対策工法を採用することを基本とする。

### 基準及び運用の解説(課長通知)

パイプラインの耐震設計を行うに当たっては、重要度区分を定め、耐震性能を設定し、それに応じた条件を満足するよう照査を行うとともに、地形・地質上のリスクを評価するものとする。耐震の検討においては、応答変位法や地盤の液状化判定等の確立された設計手法を用いて検討を行った後、設計手法は確立していないものの過去の被災事例等から有効と考えられる地震応答対策の検討を行うことを基本とする。

## 被災事例からみた地震応答対策の例

- 代表的な被災事例をもとに地震応答対策を例示する

### 被災事例から見た地震応答対策の例

#### (1) 地質、地形の急変部

##### 【被災状況】

- ①地質、地形の急変部では、地盤の振動が異なるため被害が多い。また、軟弱地盤、地質、地形の変化点及び旧沼地との境界付近での被災事例が多い。
- ②段丘から低地に変化する地点での被害事例が多い。

##### 【留意点及び対策方法】

- ①地質、地形の境界部においては、管路に十分な伸縮可とう性をもたせる。
- ②境界部をはさんで若干の余裕をみた区間に、大きな伸縮可とう性を有する継手を使用する。または、伸縮可とう性を有し、かつ離脱防止機構を有する継手の検討を行う。

#### (2) 液状化を生じる砂地盤等

##### 【被災状況】

- ①液状化した砂地盤では、管の移動、継手の離脱・破損などにより漏水が生じている事例が多い。
- ②附帯構造物付近では、構造物の沈下、管路の沈下・浮上・水平移動による相対変位によって、継目離脱・破損・目地開放を生じている事例が多い。
- ③砂による埋戻し及び周辺地盤の液状化のために、曲管部のスラストブロックが数十cm水平移動し、短管が離脱した事例がある。
- ④埋戻し土の液状化によって、パイプラインの直上部に埋められていた材料(礫質土)が沈下して、パイプラインが浮上した事例がある。

##### 【留意点及び対策方法】

- ①基礎材の置き換え、地盤改良及び浮上防止対策を講じる。
- ②埋戻し材料の土質及び粒度調整に配慮する。
- ③伸縮可とう性のある継手を採用する。
- ④構造物及び異形管部と管路部間の不同沈下対策を講じる。

## 主な補修・補強の概要

○近年、使用されている主な補修・補強工法の概要は以下の通りである。

構造分類	機能分類	工法分類	工法の解説	管の形成方法
単独構造	自立管 (既設管の強度を期待せず自ら外力に抵抗するもの)	反転工法	熱または光等で硬化する樹脂を含浸させた材料を既設のマンホールから既設管内に反転加圧させながら挿入し、既設管内で加圧状態のまま樹脂が硬化することで管を構築するものである。 反転挿入には、水圧または空気圧等によるものがあり、硬化方式も温水、蒸気、温水と蒸気の併用、光等がある。 ただし、目地ズレ、たるみ等を更生させるものではなく、あくまでも既設管の形状を維持する断面を更生することとなる。	熱硬化 光硬化 熱形成
	二重構造管 (既設管が残存強度を有し、二層構造で外力を分担するもの)	形成工法	熱または光等で硬化する樹脂を含浸させた材料や熱可塑性樹脂の連続パイプを既設管内に引き込み、水圧または蒸気圧等で拡張・圧着させた後に硬化することで管を構築するものである。形成工法には更生材を既設管内径まで加圧拡張したまま温水、蒸気、光等で圧着硬化する工法、または加圧拡張したまま冷却固化する工法がある。 ただし、目地ズレ、たるみ等を更生させるものではなく、あくまでも既設管の形状を維持する断面を更生することとなる。	熱硬化 光硬化
複合管構造	複合管 (既設管と内側の更生材が充填材により一体構造となって外力に抵抗するもの)	製管工法	既設管内に硬質塩化ビニル材等を嵌合させながら樹脂パイプを製管し、既設管との間隙にモルタル等を重点することで管を構築するものである。流量が少量であれば下水を流下させながら施工が可能である。 多少の目地ズレ等は、更生管径がサイズダウンすることにより解消できるが、不陸、蛇行がある場合には、原則として既設管の形状どおりに更生される。	かんごう 嵌合製管 熱硬化製管

熱硬化: 更生材内部から空気圧や水圧等で既設管内面に密着した状態のまま、温水や蒸気等で樹脂を硬化させて更生管を構築する方式

光硬化: 更生材内部から空気圧や水圧等で既設管内面に密着した状態のまま、紫外線を照射して樹脂を硬化させて更生管を構築する方式

熱形成: 熱可塑性樹脂パイプを蒸気で軟化させ、既設管路内に挿入し、加熱状態のまま、空気圧等で拡張させ既設管内面に密着した状態のまま冷却養生することで更生管を構築する方式

嵌合製管: 既設管内に内表面部材を嵌合させながら製管し、製管された樹脂パイプと既設管の間隙にモルタル等を充填することで一体化した更生管を構築する方式

熱硬化製管: 既設管内に熱硬化タイプの更生材を用いて、既設管呼び径より若干小さめの樹脂パイプを形成した後、既設管との間隙にモルタルを充填することで一体化した更生管を構築する方式

○ 実績等の少ない、パイプラインにおける補修・補強工法の適用にあたり、技術書に留意すべき事項の追記を行った。これにより、設計上で具体的な検討を行うことが可能となった。

## 技術書(課長通知)に記載した内容

### 1. 対策工法の留意点等について追加

#### 対策工法の選定における留意点

- ①対策工法は、施設の周辺環境や状況に対する適合性を踏まえ選定を行うとともに、開削工法が可能な場合には、開削・非開削工法の両者について経済比較を行い、総合的に検討する。
- ②劣化要因が荷重等による外部要因か、材料の劣化などによる内部要因か、もしくは接合などのその他の要因であるかを明確にした上で、必要なものを選択する。
- ③内部要因の場合、下水道分野で使用実績等が整理されており、適合する工法も多数あるが、耐圧試験等を行っていない場合も多いため留意する。

#### 対策工法の設計における留意事項

- a.設計手法
- b.通水能力の改善
- c.水密性の改善
- d.既設構造物への影響
- e.施工条件
- f.維持管理

### 2. 対策工法の施工後の検証の追加

#### ①内面観察

施工後の仕上り内径の測定、材料の浮き、傷、シワによる断面縮小の有無など、通水に支障を来たすおそれがないかの確認を行う。

#### ②水張り試験及び水圧試験

水張り試験により、漏水箇所の有無や減水量が許容限度内にあるか確認する。また、水圧試験は設計水圧に対して耐え得るかを確認する。

#### ③通水試験

②の試験で水密性及び耐圧性能が確認された時点で、水理的な検証の目的から、設計流量等で通水を行い、水理設計での諸元や設計水位を満足するか確認することが望ましい。

#### ④その他

補修・補強等の対策工法に応じた検証を行うことが必要である。  
(例:仕上り管厚、既設管との一体化状況、充填材の打音検査またはコア抜き検査等)



## 新技術・新工法の弾力的な運用(1)

- 新技術・新工法である管路の曲線布設については、前回提示した事例を技術書に記述するとともに「基準及び運用の解説」に追記することで、弾力的な運用を図る。

### 基準及び運用の解説(課長通知)

可とう性継手を用いた管路の曲線布設は、近年、継手性能の向上が図られ、実証実験により特定の管種について安全性が確認されている。本工法を適用する場合には現場条件等を考慮し、許容曲げ角度や屈曲部の偏心量等の許容値を満足するよう、適切に設計を行うものとする。

また、特定の管種以外の管種については、可とう性継手を用いた管路の曲線布設は行わないものとするが、当該管種の特徴を踏まえ、特定の管種で行われた実証実験内容と同等の検証を行い、継手部の安全性が確認された場合には、現場条件や許容値等について十分に検討の上、曲げ配管工法を適用してもよい。

### 技術書に記載した工法 : 管路の曲線布設

継手構造のパイプラインの屈曲部においては、原則として、その屈曲角度に応じた曲管を使用することとされている。しかし、曲管は直管と比べて重量・継手形状・材質等が異なることから、地震時にはその接合部における挙動にも違いが生じ、管の離脱などにも影響を与える可能性があった。また、大口径パイプは施工時の取扱いが煩雑となり、緩やかな湾曲に沿って布設する箇所などでは、小屈折の変化点が多数存在することになり、建設工事費が大きなものとなっていた。

このような課題を解決するため、この工法では管路線形の変化が小さい屈曲点などにおいて直管部に用いられている通常の単位管継手の可とう性を活用し、曲げ配管や連続的な曲げ配管(曲線布設)を適用する事により屈曲角度の小さな曲管の省略を可能とした。地震時における挙動の抑制と管路コストの縮減が期待出来るので適用を検討する。

## 新技術・新工法の弾力的な運用(2)

- 新技術・新工法である管路の浅埋設工法については、前回提示した事例を技術書に記述するとともに「基準及び運用の解説」に追記することで、弾力的な運用を図る。

### 基準及び運用の解説(課長通知)

浮上のおそれがある場合の埋設において、浮上防止に必要な土かぶりを確保する代わりに、ジオテキスタイルを用いて地盤と構造物の一体化を行い抵抗することで埋設深を低減する工法が開発されているが、適用に当たっては、土質定数等の設計条件や現場条件について十分検討の上、適切に設計しなければならない。

### 技術書に記載した工法 : 地中構造物の浅埋設工法

地中に埋設されるパイプラインや附帯構造物は、土圧や路面荷重などの外力の作用によって、その安全性は埋戻し材料との相互作用の影響を強く受けている。路面荷重による付加的な鉛直荷重をさけるためには、ある程度の土被りをパイプラインの上部に確保して、構造的に最適な埋設深を決定することが不可欠である。

さらに、地下水位の高いところでは、浮力に抵抗するため、所定の鉛直土圧を確保できる深さに管を埋設する必要がある。

しかし、大口径パイプラインにおいては、浮上を防止するために埋設深が大きくなり、工事用地の確保による環境への負荷や仮設費用の増加に繋がっている。

このような課題を解決するため、この工法では高分子材料からつくられた透水性のあるシート状の織物、不織布(ふしょくふ)等で管側部の埋戻し材料を管路を一体化させ、地下水による浮力に抵抗し、埋設深を浅くすることが可能とした。掘削断面の縮小による環境への負荷軽減や仮設費用の縮減が期待出来るので適用を検討する。