下水道施設の耐震対策指針と解説

2006年版の指針と解説
知っておきたい知識

2006年10月

ＣＳＤ　㈱シビルソフト開発

改定の具体的な内容

- 既存施設に対して緊急、中期および長期の時間軸を導入した地震対策計画の策定
- 地震ハザードマップを策定し住民に公表
- 埋戻し土の液状化対策
- 重要な幹線等の定義の追加
- 標準的な施工条件での小口径管（700mm以下）の耐震設計の省略化

CSD

重要な幹線等の定義（Ⅰ）

- 原則として流域幹線の管路
- ポンプ場･処理場に直結する幹線管路
- 河川･軌道等を横断する地震被害により二次災害を誘発および復旧が困難な幹線管路等
- 相当広範囲の排水区を受け持つ吐き口に直結する幹線管路
- 処理場･ポンプ場の全ての施設

CSD

重要な幹線等の定義（II）

- 防災拠点や避難所、または地域防災対策上必要と定めた施設等からの排水をうける管路
- 災害時に重要な交通機能への障害をおよぼすおそれのある緊急輸送路等に埋設された管路
- 下水を流下収集させる機能面から見てシステムとして重要な管路

CSD

小口径管の耐震省略化（１）

- 差し込み継手管きょ

  遠心力鉄筋コンクリート管、陶管、強化プラスチック管
  ゴム輪接合継手の硬質塩化ビニル管
  自然流下用の継手接合のダクタイル鋳鉄管

- 管径700㎜以下

- 管きょの埋設線形がほぼ直線であること。

  急曲線は含めない

- 表層地盤が均一で、せん断弾性波速度がほぼ一様であること。

  急傾斜地や地盤の硬軟急変化部等、特殊な地盤条件は含めない

CSD

小口径管の耐震省略化（II）

耐震設計の省略化の前提条件

液状化地盤に埋設されていない管きょ

表層地盤が均一で、せん断弾性波速度が深さ方向にほぼ一様であること？

指針内での試算条件（地盤の適応条件）

表層地盤は液状化が起こらない厚さ10mの地盤

粘性土層で、N値が2、10または20の単一な均一地盤

砂層で、N値が4、20または40の単一な均一地盤

開削管は、土被り4．0m以下に埋設された管きょ

推進管は、土被り7．0m以下に埋設された管きょ

上記の試算条件以外は設計者の判断

CSD

管きょの耐震設計の変更点（１）

- **埋戻し土の影響を考慮**

  埋設物に対して掘削幅が広く、埋め戻しの強度が周辺地盤と大きく異なる場合は、埋戻し土の土質定数を考慮

- **曲線施工における目地の開口を考慮**

  （曲線推進の開口長）＋（地震時の抜出し量）が許容値以下になるように考慮

- **液状化に伴う管きょの浮上がりを考慮**

  地盤あるいは埋戻し土が液状化すると管きょに揚圧力が生じ、浮上がりが発生

CSD

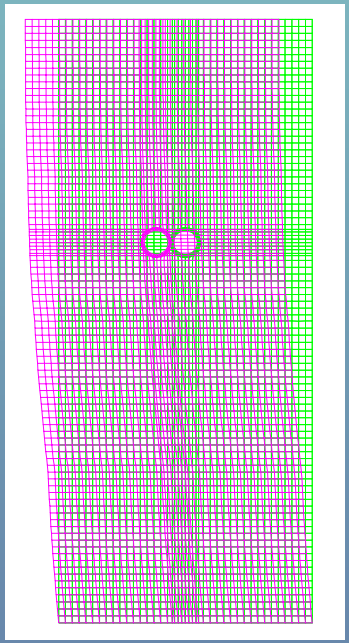
管きょの耐震設計の変更点（II）

周面せん断力の影響？

鉄筋コンクリート管、陶管およびシールドの鉛直断面の検討時に、周面せん断力を影響を考慮した実態に即した計算モデルへ改善していくことが望ましい。

表層20m、N値20、管径700mm、土被り7.0m

本指針（周面せん断無視）	1.26kN・m
本指針（周面せん断考慮）	7.28kN・m
動的解析（滑り・剥離無視）	8.29kN・m



本指針（周面せん断力無視）の場合は、動的解析（滑り・剥離無視）の15%の曲げモーメント

外力として周面せん断力を考慮すべきでは？

CSD

管きょの耐震設計の変更点 (III)

- **地盤硬軟急変化部を通過する場合の影響**
  非開削工法 (推進工法) の場合とし、地盤の硬軟急変化部を縦断方向に通過する時の抜出し量を照査

- **浅層不整形地盤での影響**
  耐震基盤面が傾斜し、表層地盤内に管きょが縦断方向に布設されている時の抜出し量を照査

- **ダクタイル鋳鉄管 (圧送用)、鋼管の照査**
  「下水道施設耐震計算例 管路施設編」での地震動による軸方向の管本体および抜出し量の検討は、震度IV以上の観測結果による簡易式により照査
  「水道施設耐震工法施設・解説」では非線形応答および地盤の剛性を考慮した計算手法が記載

CSD

人孔の耐震設計の変更点（１）

- **埋戻し土の影響を考慮**
  掘削幅が広く、埋め戻しの強度が周辺地盤と大きく異なる場合は、埋戻し土の土質定数を考慮

- **曲線施工における目地の開口を考慮**
  （曲線推進の開口長）＋（地震時の抜出し量）が許容値以下になるように考慮

- **組立式マンホールの目地開口量を考慮**
  鉛直断面の検討において、組立てブリック間の目地開口量について検討

- **液状化に伴う人孔の浮上がりを考慮**
  地盤あるいは埋戻し土が液状化すると人孔に揚圧力が生じ、浮上がりが発生

CSD

人孔の耐震設計の変更点（II）

- 「その他の管路」内のマンホールにおいて、レベル1地震動での応力度の照査が必要

  被害を受けた場合の影響が小さい

  「重要な幹線等」と比較して一般的に復旧が容易

  既に布設されているマンホールは膨大

  それら全てに対して高い耐震性を確保するのは非現実的

新設するマンホールは、レベル1地震動に対して設計流下能力を確保できるように許容応力度あるいは使用限界状態設計法による耐震設計を行い、既設のマンホールについては、改築更新計画等を考慮しつつ順次対処するなどの方策を考える。

CSD

矩形きょの耐震設計の変更点（Ⅰ）

- **マンホールと矩形きょ本体の接合部の検討**
  - 地震動の影響による屈曲角
  - 地震動の影響による抜出し量
  - 地盤の液状化の影響（永久ひずみ）による抜出し量
  - 傾斜地の影響（永久ひずみ）による抜出し量
  - 地盤の硬軟急変化部を縦断方向に通過する時の抜出し量
  - 急曲線等、特殊な布設条件での影響による抜出し量
- **矩形きょと矩形きょの継手部の検討**
  - 地震動の影響による抜出し量
  - 傾斜地の影響（永久ひずみ）による抜出し量
  - 地盤の硬軟急変化部を縦断方向に通過する時の抜出し量
  - 急曲線での影響による抜出し量

CSD

矩形きょの耐震設計の変更点（II）

- 曲線施工における目地の開口を考慮

  （曲線施工の開口長）＋（地震時の抜出し量）が許容値以下になるように考慮。

- 埋戻し土の影響を考慮

  埋設物に対して掘削幅が広く、埋め戻しの強度が周辺地盤と大きく異なる場合は、埋戻し土の土質定数を考慮。

- 液状化に伴う矩形きょの浮上がりを考慮

  地盤あるいは埋戻し土が液状化すると矩形きょに揚圧力が生じ、浮上がりが発生。

CSD

矩形きょの耐震設計の変更点（III）

矩形きょ本体の鉛直断面の検討

躯体慣性力は、小規模な断面の矩形きょの重量は等面積で置き換えられる土の重量とほぼ同等であれば、地震時の影響は小さいと見なせるので無視できる。

矩形きょ本体の管軸方向断面の検討

「下水道施設耐震計算例 管路施設編」ではブロック長を約30mとした場合の断面力補正係数が示されているが、ブロック長がこれより短い場合は補正係数の値がやや大きく算出される。ブロック長を考慮して厳密な値を求めたい時は「共同溝耐震設計要領（案）」の算出式を参照。断面力補正係数は、レベル1地震動では最小値を0.1とするが、レベル2時地震動では計算値をそのまま採用。

CSD