

2017年12月2日付け
公益社団法人日本下水道協会発表
下水道施設耐震計算例-2015年版-
(管路施設編)説明会等の質疑応答
への対応について



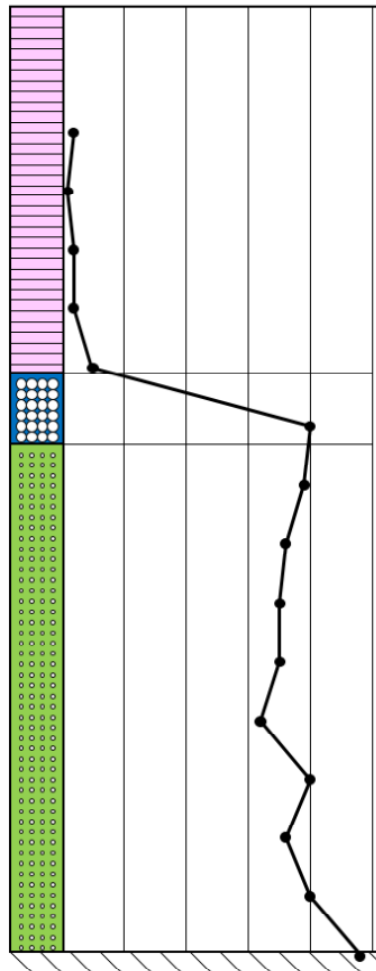
「下水道施設耐震計算例-2015年版-(管路施設編)」 説明会等の質疑応答(更新版)(17.12.02)への対応

2017年12月2日に公益社団法人日本下水道協会より「下水道施設耐震計算例-2015年版-(管路施設編)」説明会等の質疑応答(更新版)が発表されました。

これは、**シールド管きよの耐震設計に関し、以下の質問48の質疑応答が追加された**ものです。

質 問	回 答
<p>シールド管きよの耐震設計 コンクリート系セグメントについて「下水道施設耐震計算例」に基づき耐震計算を実施したところ、鉛直断面の照査においてレベル1地震動でNGの結果となりました。シールド管きよは、過去の大規模地震において大きな被害がなく、レベル1地震動でNGとなることは実態と相違しているものと考えられます。耐震計算例の適用にあたり、留意すべき事項があれば、教えてください。</p>	<p>「下水道施設耐震計算例」は計算の一例を示したものです。シールド管きよは、過去の大規模地震において大きな被害を受けていないことから、常時設計で設定したセグメントがレベル1地震動でNGとなる場合には検討条件等を再度確認することが望ましいものと考えられます。</p> <p>管路施設の設計では、応答変位法を用いることを基本としていますが、下水道で用いる応答変位式は、表層地盤のせん断弾性波速度が深さ方向に一樣であることを前提としています。このため、例えば表層地盤の上層が軟弱粘性土であり、下層が硬質砂質土であるような表層地盤のせん断弾性波速度が深さ方向に一樣でない地盤に適用する場合には注意が必要となります。このように表層地盤が多層地盤の場合には、「シールドトンネルの耐震検討（土木学会）」に評価方法等が掲載されていますので、参考にしてください。</p> <p>さらに、近年のシールド管きよは埋設深が深くなる傾向にあり、工学的基盤面付近に敷設される事例が増えています。シールド管直下に工学的基盤面がある場合には、鉛直断面照査時の地震時に作用する相対変位が、地盤変位式のコサインカーブの影響を大きく受け、実態よりも過大に算定される可能性があります。この場合、地盤を適切に評価する必要がありますので、一次地盤応答解析を実施することを検討して下さい。また、実態の相対変位に適合させるため、工学的基盤面を下げることも考えられます。</p>

上記質疑応答(更新版)では、下図に示す表層地盤の上層が軟弱粘性土、下層が硬質砂質土のような極端に表層地盤のせん断弾性波速度が深さ方向に違う場合に、表層地盤のせん断弾性波速度が深さ方向に一様であることを前提にしている「下水道施設の耐震対策指針と解説-2014年版-」の応答変位式を用いる際は、注意が必要であると述べています。



耐震検討上の工学的基盤面

また、このように表層地盤のせん断弾性波速度が深さ方向に違う場合の対処方法として、土木学会発刊のトンネル・ライブラリー第19号「シールドトンネルの耐震検討」203頁から205頁に記載されている『2.2二層系地盤モデルに対する解析手法の適用性』を参考に述べています。

「シールドトンネルの耐震検討」では

- せん断一次モードの応答変位振幅計算
(「下水道施設の耐震対策指針と解説-2014年版-」の考え方)
- 多層系せん断一次モードの応答変位振幅計算
(今回機能追加した考え方)
- 地震応答解析法(実際の地盤の挙動を再現)

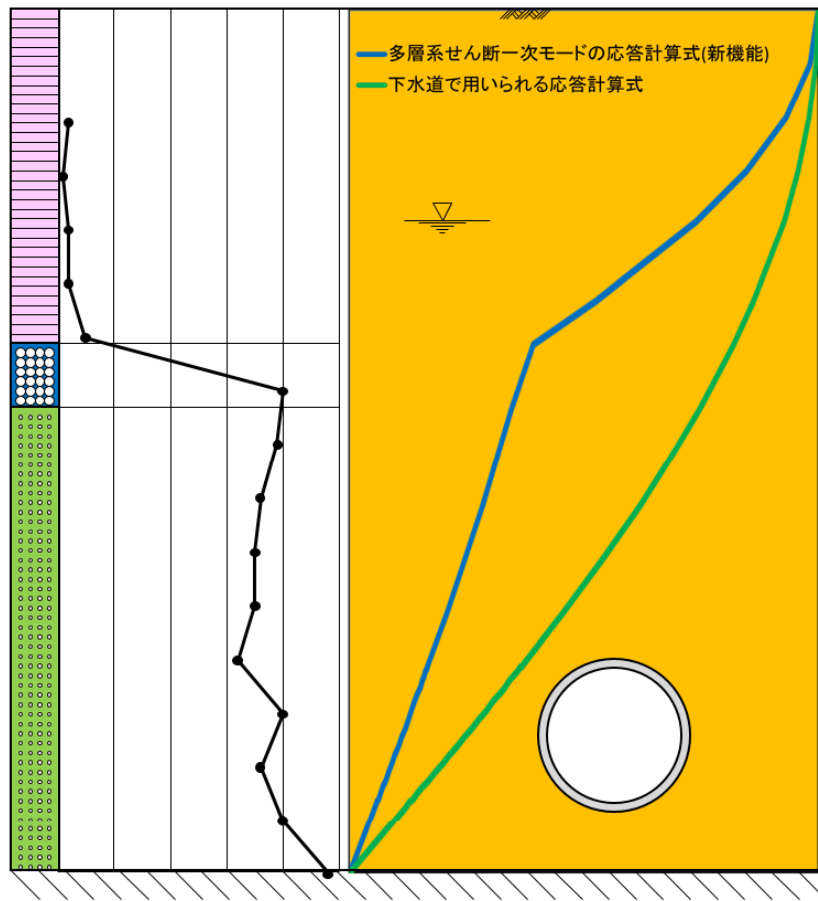
の3つの解析手法について二層系地盤モデルに対する適用性について検証し、以下の検証の結果を提示しています。

- 多層系せん断一次モードの応答変位計算式は地震応答解析結果とおおむね同等の変位振幅とその深度分布を得られる。
- せん断一次モードの応答変位計算式で計算した場合は、二層系地盤の特徴を反映させた最大応答変位分布は得られない。

Civil Plaza® “下水道シールド管きよの構造計算”

のアプリケーションへの対応

上記質疑応答(更新版)の回答で、下図のような極端に表層地盤のせん断弾性波速度が深さ方向に違う場合の評価方法の参考資料として挙げられている「シールドトンネルの耐震検討」の検証結果、



耐震検討上の工学的基盤面

「多層系せん断一次モードの応答計算式は、実際の地盤の挙動を再現している地震応答解析結果とおおむね同等の変位振幅とその深度分布が得られる」

より、
Civil Plaza® “下水道シールド管きよの構造計算”のアプリケーションに多層系せん断一次モードの応答計算式を用いることができる機能を追加しました。

表層地盤の上層が軟弱粘性土、下層が硬質砂質土のような極端に表層地盤のせん断弾性波速度が深さ方向に違う場合の「表層地盤のせん断弾性波速度が深さ方向に一樣であることを前提とした下水道で用いられる応答計算式」と、今回、機能追加した「多層系せん断一次モードの応答計算式」で算出した応答変位分布の比較図を左図に示します。

図より下層の硬質砂質土にシールド管が埋設されている場合、「表層地盤のせん断弾性波速度が深さ方向に一樣であることを前提とした下水道で用いられている応答計算式」で算出した応答変位は「多層系せん断一次モードの応答計算式」で算出した応答計算式より大きくでていることから安全率が大きくでる設計の可能性があります。