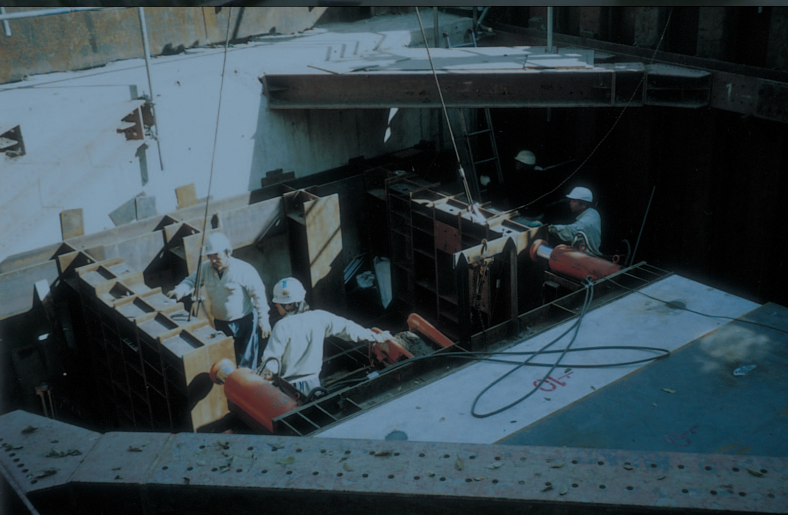


PRECAST CONCRETE BOX CULVERT

プレキャストボックスカルバートにおける耐震の基本的な考え方



〈目次〉

| | |
|----------------------|----|
| ■ 耐震対策指針の経緯 | 2 |
| ■ 耐震設計の考え方 | 4 |
| ■ 地震動レベルによる耐震計算 | 5 |
| ■ 気象庁震度階級と加速度(ガル)の関係 | 6 |
| ■ 横断方向の検討 | 7 |
| ■ 設計地震外力図 | 8 |
| ■ 縦断方向の検討 | 9 |
| ■ 縦断方向耐震対策 | 10 |
| ■ 耐震設計 | 11 |

PRECAST CONCRETE
BOX
CULVERT

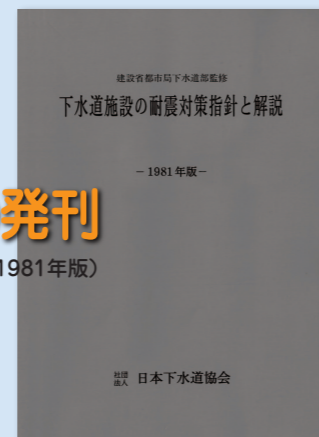
耐震対策指針の経緯

耐震対策指針の経緯

大正12年(1923) 9月 1日 関東大震災
昭和39年(1964) 6月16日 新潟地震
昭和53年(1978) 6月23日 宮城県沖地震



「下水道施設地震対策指針と解説」の発刊
(1981年版)



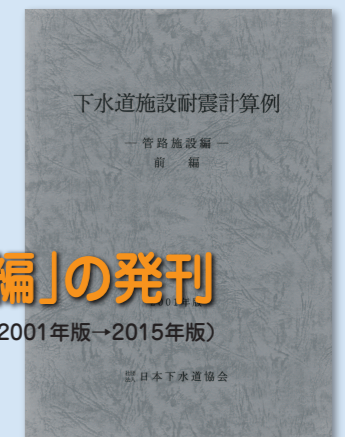
耐震対策指針の経緯

平成10年(1998) 3月24日 建設省都市局下水道部からの事務連絡
「下水道施設の耐震化を図る」

管路施設の耐震対策の状況結果(平成12年の会計検査)
*新規布設分は最低、レベルI地震動に対応



「下水道施設耐震計算例 - 管路施設編」の発刊
(2001年版→2015年版)

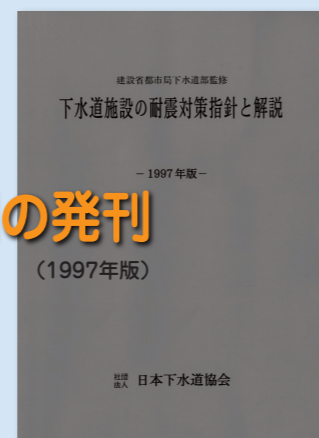


耐震対策指針の経緯

北海道の釧路沖地震：液状化に伴う被害発生
平成7年(1995) 1月17日 兵庫県南部地震(直下型地震)



「下水道施設の耐震対策指針と解説」の発刊
(1997年版)



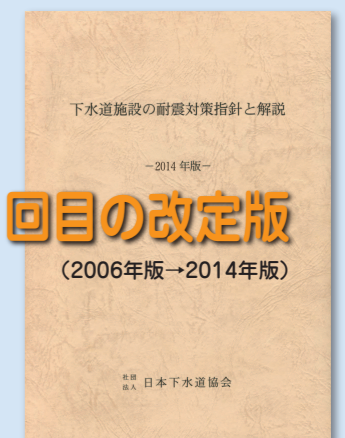
耐震対策指針の経緯

平成16年(2004) 10月23日 新潟県中越地震



「下水道施設の耐震対策指針と解説」3回目の改定版
(2006年版→2014年版)

平成23年(2011)3月11日 東日本大震災
「震災被害軽減のための指針の見直し」



耐震設計の考え方

耐震設計の考え方 / 2段階の設計対象地震動

| 設計対象地震動 | 概要 |
|---------|---|
| レベル1地震動 | 施設供用期間(50年)内に1~2度発生する確率の地震動 |
| レベル2地震動 | 施設供用期間中に発生する確率は低い、陸地近傍に発生する大規模なプレート境界地震や直下型地震を想定した地震動 |

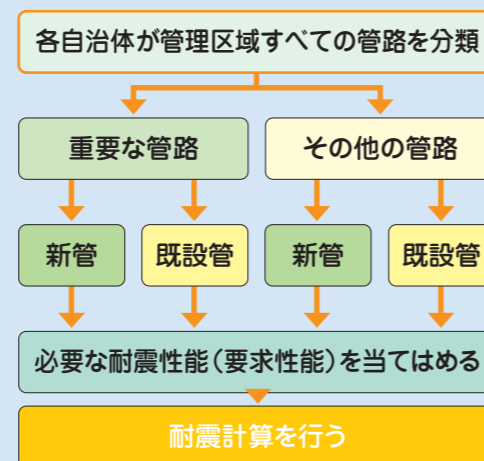
[2段階の地震動に対して管路への要求性能]

- レベル1地震動：設計流下能力の確保
- レベル2地震動：流下機能の確保

耐震設計の考え方 / 2段階の設計対象地震動

下水道施設は、

- レベル1地震動による設計を原則とする。
- 重要な施設についてはレベル2地震動による照査を行い、高い耐震性を確保する。
- 液状化とそれに伴う側方流動に対しても、設計上配慮する。
- 重要な管路と、その他の管路：各自治体で区分する。



地震動レベルによる耐震計算

地震動レベルによる耐震計算

地震動レベルによる耐震計算の照査内容表

■ 要求性能がレベル1地震動の場合

| | 横断方向の検討 | 縦断方向の検討 |
|---------|---------|---------|
| レベル1地震動 | 不要 | 必要 |

地震動レベルによる耐震計算

地震動レベルによる耐震計算の照査内容表

■ 要求性能がレベル2地震動の場合

| | 横断方向の検討 | 縦断方向の検討 |
|---------|---------|---------|
| レベル1地震動 | 必要 | 必要 |
| レベル2地震動 | 必要 | 必要 |

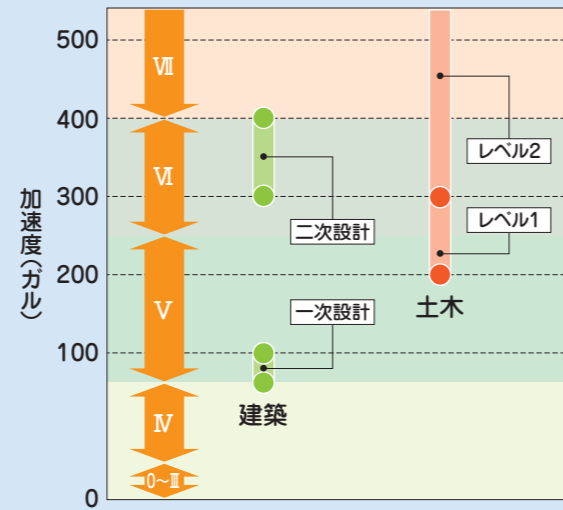
*レベル2地震動の検討を行う場合、レベル1の検討も必要

気象庁震度階級と加速度(ガル)の関係

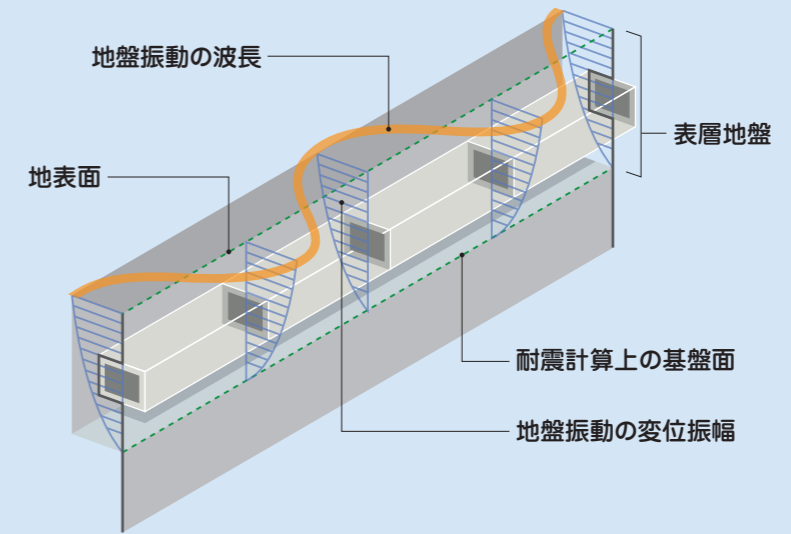
横断方向の検討

気象庁震度階級と加速度(ガル)の関係

- 気象庁震度階級
- VII 激震 (400ガル~)**
家屋の倒壊30%以上、地形変動。
 - VI 烈震 (250ガル~400ガル)**
家屋の倒壊30%以下、地割れ。
 - V 強震 (80ガル~250ガル)**
壁に亀裂、墓石、石灯籠などが倒れる。
 - IV 中震 (25ガル~80ガル)**
家屋の揺れが激しく、不安定な物が倒れる。
 - III 弱震 (8ガル~25ガル)**
家屋が揺れ、戸や障子がガタガタと動く。
 - II 軽震 (2.5ガル~8ガル)**
大勢の人が感じる程度で、戸や障子が僅かに動く。
 - I 微震 (0.8ガル~2.5ガル)**
静止の人、地震に注意深い人のみ感じる。
 - 0 無感 (0ガル~2.5ガル)**
地震計に記録されるが、人には感じられない。



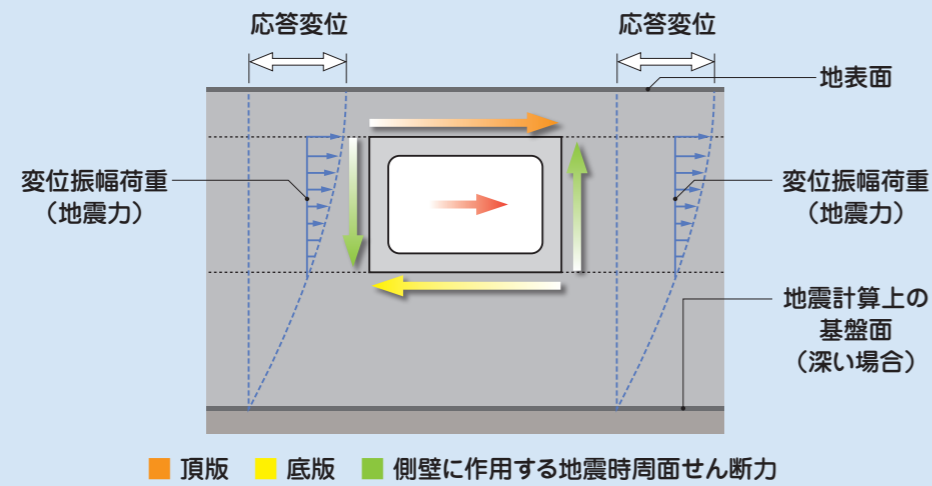
横断方向の検討 (地盤振動の波長および変位振幅)



設計地震外力図

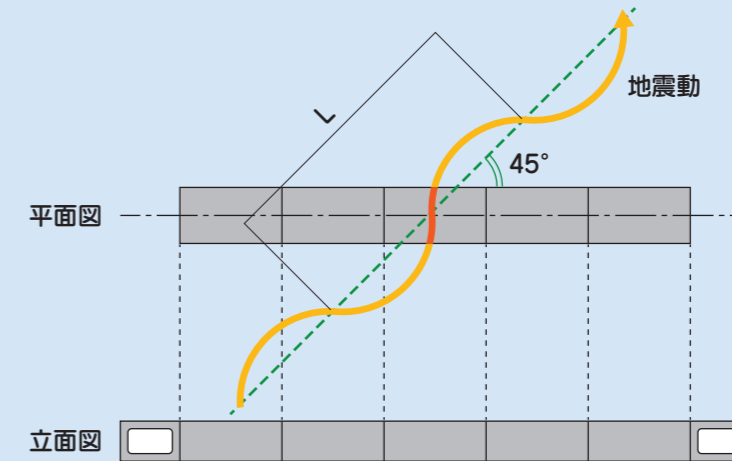
縦断方向の検討

設計地震外力図 / 基盤面が「深い」場合

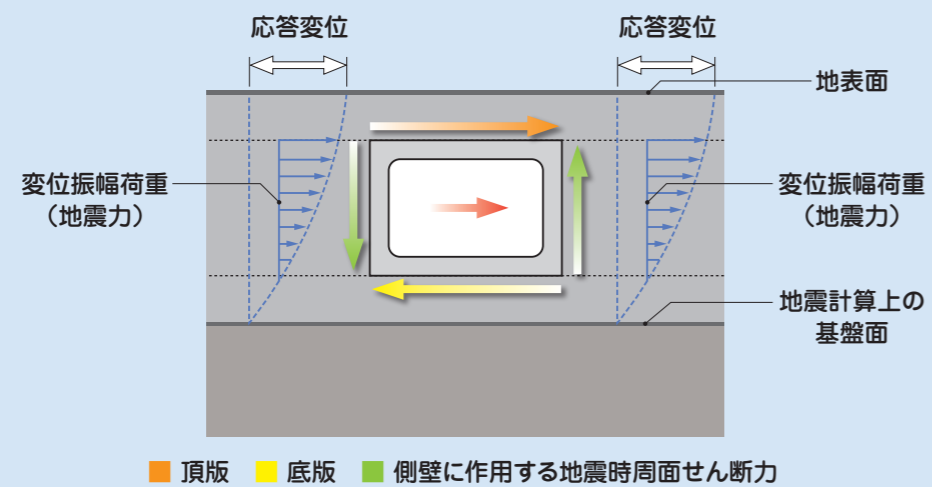


縦断方向の検討

45度に地震波をあて、横断方向に最大変位が起きる地震波の進行角度

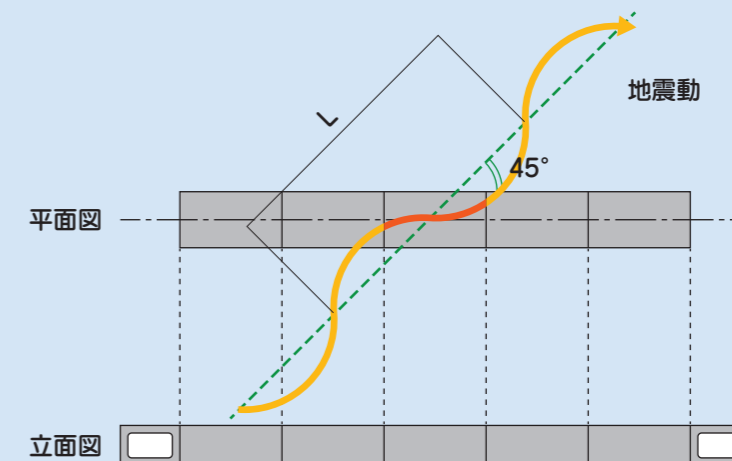


設計地震外力図 / 基盤面が「浅い」場合



縦断方向の検討

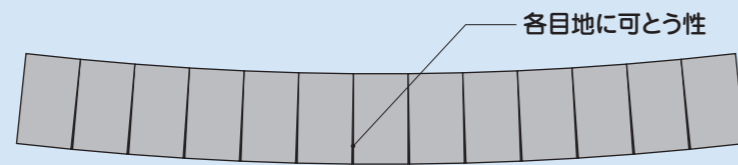
45度に地震波をあて、函軸方向に最大変位が起きる地震波の進行角度



縦断方向耐震対策

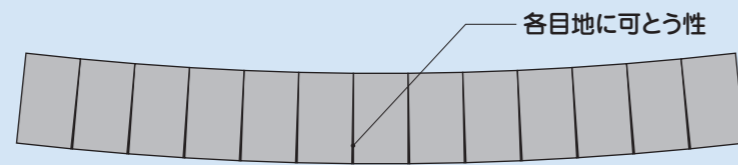
縦断方向耐震対策

- ボックスカルバート個々の継手部に可とう性を持たせて対応する方法

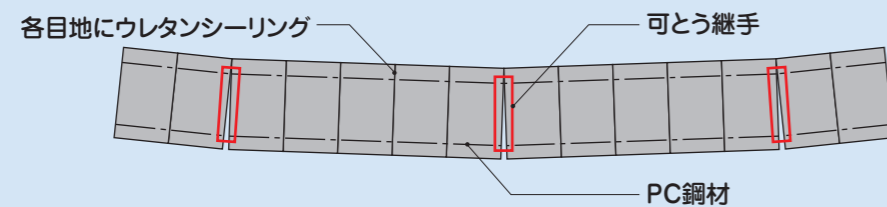


縦断方向耐震対策

- ボックスカルバート個々の継手部に可とう性を持たせて対応する方法



- 可とう+縦連結+ウレタン目地によって対応する方法



耐震設計

耐震設計

- 耐震設計に必要な設計条件

| 耐震設計に必要な設計条件 | | 横方向 (鉛直断面方向) | 縦方向 (管軸方向) |
|--------------|---|-----------------|---------------|
| 1 | ボックスカルバートのサイズと部材厚 | ○ | ○ |
| 2 | 地域の判定 (A、B、C：地域)：地域区分地図より判定 | ○ | ○ |
| 3 | 地震動の決定 (レベル1地震動かレベル2地震動の判定) | ○ | ○ |
| 4 | ボックスカルバートの管底高さ (土被り) | ○ | ○ |
| 5 | 表層地盤の条件 | ○ | ○ |
| 6 | 基盤面の深さ | ○ | ○ |
| 7 | (縦連結の場合は、可とうの設置間隔) | — | ○ |
| 8 | (縦連結の場合は、縦方向PC緊張スパン (通常6m、4.5m、3m etc)) | — | ○ |
| 9 | (縦連結の場合は、PC鋼材の選定と初期緊張力) | — | ○ |

おわりに

- 柳の如く地震動を柔構造で受け流し、十分な耐震性を確保。
- 地盤状況、設置状況により耐震対策をセレクト可能。
- 耐震検討には、基盤面まで土質データなどの設計資料が必要。
- 耐震計算ソフトを整備し、設計に対応。

全国ボックスカルバート協会

〒101-0043 東京都千代田区神田富山町6番松崎ビル
TEL. 03-3257-0017 FAX. 03-3257-0010
<http://www.zenkoku-box.jp/>