

地下構造物の耐震性能照査と地震対策ガイドライン（案）

目 次

本 編

I. はじめに ー災害の教訓と地震防災性能ー（編集担当：有賀）	1
1.1 地下構造物の過去の災害事例とその教訓（有賀，浅賀）	1
1.2 大地震時に地下構造物で想定される地震災害（有賀，浅賀）	1
1.3 液状化による地下構造物の被害（小野）	2
1.4 地震防災の視点から見た大都市の特殊性（有賀）	2
1.5 地下構造物に求められる地震防災性能（有賀）	2
1.6 地震被害に対する啓蒙（有賀）	3
II. 耐震設計ガイドライン ー照査の手引きー	4
第1章 耐震設計の基本（編集担当：清宮）	4
1.1 適用範囲（清宮，小黒）	4
1.2 用語の定義（清宮，ガイドライン編編集担当）	6
1.3 要求性能の設定（川西，清宮，有賀）	9
1.4 耐震設計の原則（川西，佐藤（清），鋤田，佐藤（雄），清宮，竹内）	10
1.5 不確定性の考慮（川西，相原）	14
第2章 入力地震動の設定（編集担当：三神）	16
2.1 入力地震動の考え方（野津，三神）	16
2.2 地盤の地震応答解析（川西，三神）	31
第3章 応答値の算定と性能照査（編集担当：西山）	36
3.1 応答値の算定方法（相原，西山）	36
3.2 性能照査（宮本）	41
3.3 照査の前提（友納）	41
第4章 静的解析による応答値の算定（編集担当：西山）	43
4.1 一般（西山）	43
4.2 横断方向の応答値の算定（西山）	43
4.3 縦断方向における応答値の算定（橋）	46
4.4 簡易な液状化評価（小西）	50

第5章	時刻歴動的解析による応答値の算定（編集担当：清野）	54
5.1	一般（小野）	54
5.2	地盤の非線形性（古川）	55
5.3	部材の非線形性（小野）	56
5.4	地盤の境界のモデル化（古川）	56
5.5	地盤と構造物の相互作用の考え方（古川）	57
5.6	異種構造物間の相互作用の考え方（小野）	58
5.7	地震動の入力方法（大嶋，古川，大橋）	58
5.8	有限要素解析の留意事項（橘）	60
5.9	入力物性値の設定（橘）	61
5.10	液状化解析（飛田）	62
第6章	模型実験による性能評価（編集担当：大橋）	63
6.1	模型実験の適用（大橋，岩楯，佐藤(清)）	63
6.2	相似則（大橋，岩楯，佐藤(清)）	64
6.3	模型実験の種類（大橋，岩楯，佐藤(清)）	66
第7章	既存地下構造物の性能評価（編集担当：上水流）	71
7.1	既存地下構造物の評価（大竹）	71
7.2	経年変化に対する配慮（上水流）	72
7.3	劣化診断による評価（上水流）	73
7.4	既存施設に対する実施の確定方法（鋤田，佐藤(清)）	78
第8章	地震対策技術（編集担当：相原）	79
8.1	地震対策技術の分類（相原）	79
8.2	耐震構造・耐震補強構造（志波，竹内，大峯，西山，浦野）	87
8.3	免震構造（竹内，桐生，大峯，猪子，村井）	91
8.4	柔構造（竹内，大峯，桐生，猪子，村井）	100
8.5	相対変位吸収構造（竹内，大峯，猪子，桐生，村井）	120
8.6	損傷制御構造（竹内，大峯，橘，猪子）	125
8.7	地盤減震構造（竹内，大峯，大嶋，鈴木）	137
8.8	浮上防止技術（小西，規矩，中島，相原）	151
8.9	断層変位の対策（常田，千葉，オメール，村井）	154
8.10	想定外対策（相原，鈴木，西山，猪子）	157
8.11	減災対策（相原，友納，宮本）	159
第9章	地震による地下構造物の浸水対策（編集担当：藤間）	162
9.1	地震による浸水対策の対象範囲（藤間，小田，千葉）	162
9.2	対象とする地下構造物（小田，千葉）	163
9.3	被害予測（森崎，小田，千葉）	164
9.4	浸水対策（小田，千葉）	166

Ⅲ. おわりに —今後の課題等— (編集担当：有賀)	168
3.1 都市の地下構造物に関する地震防災上の課題 (有賀)	168
3.2 地下構造物の耐震性能照査と地震対策技術に関する課題 (有賀)	168
3.3 地下構造物の制約を踏まえた地震対策技術の合理化 (有賀)	169

研究成果編

1 耐震設計に関する研究 (編集担当：古川)	171
1.1 トンネル剛性と周囲条件の影響に関する事例研究 (竹内, 高橋*, 大峯)	171
1.2 液状化による下水道管きよの縦断方向たわみ量に関する耐震性能評価について (相原, 友納, 宮本, 上水流, 山本*, 田口*)	185
1.3 異種構造物間の動的相互作用について (1.3.1：小野, 1.3.2：有賀)	196
2 入力地震動の評価手法に関する研究 (編集担当：古川)	212
2.1 地表単点の常時微動記録を利用した広域地盤応答解析手法 (三神, 【補足資料】岩楯)	212
2.2 地中構造物の地震時軸変形解析方法 (鈴木)	222
2.3 基盤面段差型不整形地盤の地震時最大ひずみの推定方法 (古川)	234
3 地震対策技術に関する研究 (編集担当：相原)	242
3.1 既設開削トンネルのためのポリマー免震工法に関する研究 (桐生)	242
3.2 アスファルト系材料を用いた異種地下構造物接続に伴う免震継手の開発 (猪子)	250
3.3 特殊条件における下水道用推進管の地震時挙動と対策の提案 (小西, 相原, 竹内)	261
4 液状化による浮上防止対策に関する研究 (編集担当：小西)	271
4.1 遠心載荷模型実験によるマンホールの浮上実験 (飛田)	271
4.2 ダイナマイトを用いた強制液状化によるマンホールの浮上実験 (小西)	278
4.3 水中大型振動台を用いたマンホールの浮上実験 (小西)	285

資料編

1 各インフラの地震対策 (編集担当：川西)	293
1.1 地下構造物の概要・構造的な分類 (小黒)	293
1.2 地震対策に関するアンケート結果 (川西, 清宮)	296
1.3 インフラ別の耐震設計法の変遷 (深山, 川西, 大橋, 中島, 石川, 大峯, 田中)	303
1.4 これまでの耐震設計法の概要 (川西)	318
1.5 既存施設の劣化診断の例 (下水処理場) (小黒, 上下流)	321
1.6 深い地下構造物の耐震性能評価に関する一考察 (下水ポンプ場の例) (上水流, 小西, 相原, 大峯, 小黒)	323
1.7 水道の耐震化に関する更新評価法の検討事例 (欽田)	336

2	液状化による地下構造物の被害事例（編集担当：千葉）	339
2.1	液状化による地下構造物の被害の特徴（小野）	339
2.2	被害事例（小野）	339
2.3	東日本大震災による広域液状化被害事例（小西）	343
3	地下構造物の浸水被害に関する調査（編集担当：千葉）	348
3.1	東京都港湾局による東京湾の津波・高潮対策に関する調査（藤間）	348
3.2	地下鉄の浸水対策事例（酒井）	351
3.3	地下構造物の浸水被害事例（1．山口県流域周南浄化センター）（小西）	357
3.4	地下構造物の浸水被害事例（2．鹿児島県知名町環境センター）（千葉）	377
3.5	東日本大震災における沿岸域浄化センターの被害事例と今後の課題 （竹内， 小黒， 大峯）	394
4	地下構造物の浸水被害に関する研究事例（編集担当：森崎）	403
4.1	津波による地下空間の浸水模型実験と数値シミュレーション事例（安田）	403
4.2	津波による浸水被害の検討事例（1．静岡市中島浄化センター）（千葉）	417
4.3	高潮による地下空間の浸水被害と数値シミュレーション事例（安田）	453
4.4	浸水シミュレーションの検討事例（2．大阪市梅田地下街）（森崎）	464
5	地震対策の事例（編集担当：志波）	475
5.1	後施工方式せん断補強鉄筋による耐震補強（志波）	475
5.2	鋼板（新素材）巻立てによる耐震補強（浦野， 佐藤(清)）	482
5.3	ポリマーによる免震（桐生）	489
5.4	地盤改良による減震（大嶋）	493
5.5	下水道マンホールの浮上防止対策（小西）	495
5.6	相対変位吸収構造としての立坑とシールドトンネルの接続部の対策事例 （竹内， 高橋*， 大峯）	500
6	模型実験に関する研究事例（編集担当：大橋）	503
6.1	相似則の検討例（大橋， 岩楯， 佐藤(清)）	503
6.2	模型振動実験の実施例（大橋， 岩楯， 佐藤(清)）	507
7	地下構造物の耐震補強に関する文献リスト（編集担当：佐藤(雄)）	511

（各節の括弧内は執筆者． *印は非委員の執筆協力者． 敬称略）

CD-ROM 地下構造物の耐震性能照査と地震対策ガイドライン（案）
（本書と同じ内容を， 電子ファイルで収録しています）