

松尾修	(独)土木研究所 耐震研究グループ	第I編第5章 5.1, 5.6, 第II編第2章 2.3
小金丸健一	東京ガス(株)千葉導管ネットワークセンター	第I編第5章 5.1.3
大林淳	不動建設(株) ジオ・エンジニアリング事業本部	第I編第5章 5.2, 5.4, 第II編第1章 1.8.2
原口強	大阪市立大学 大学院理学研究科 生物地球系専攻	第I編第5章 5.4.1
平野孝行	西松建設(株) 土木設計部	第I編第5章 5.4.1, 第II編第4章 4.4
井合進	京都大学 防災研究所 地盤災害研究部門	第I編第5章 5.5, 第II編第4章 4.5.1
山本実	不動建設(株) ジオ・エンジニアリング事業本部	第II編第1章 1.1
土谷尚	基礎地盤コンサルタンツ(株) 技術指導室	第II編第1章 1.2
原田健二	不動建設(株) ジオ・エンジニアリング事業本部	第II編第1章 1.3, 1.4, 1.8.1
新川直利	不動建設(株) ジオ・エンジニアリング事業本部	第II編第1章 1.3, 1.4
鳴海直信	海洋工業(株)	第II編第1章 1.5
池田通陽	海洋工業(株) 工務部	第II編第1章 1.5
野津光夫	不動建設(株) ジオ・エンジニアリング事業本部	第II編第1章 1.6
善光功	九州大学 大学院工学研究院 建設デザイン部門	第II編第1章 1.7
小西武	みらい建設工業(株) 土木本部技術開発部	第II編第1章 1.7
辻野修一	佐藤工業(株)土木本部 技術部門 都市・一般グループ	第II編第1章 1.8.3
金子治	戸田建設(株) 技術研究所	第II編第1章 1.8.4, 第II編第6章 6.7.4
鈴木吉夫	(株)竹中工務店技術研究所	第II編第2章 2.3
大野康年	東亜建設工業(株)土木本部技術開発部	第II編第2章 2.5.3
時任正人	クラウンコンサルタント(株)	第II編第2章 2.6
小松憲一	東燃ゼネラル石油(株) APAED	第II編第3章 3.3
中山修	(財)国土技術研究センター 情報調査室	第II編第3章 3.4, 第6章 6.4.3, 6.4.4
田中幸久	(財)電力中央研究所地球工学研究所バックエンド研究センター	第II編第4章 4.1, 4.2
加藤満	(株)鴻池組 東京本店 土木技術部	第II編第4章 4.3
田中宏征	住友金属工業(株) 建設技術部	第II編第4章 4.5.2
石井雄輔	(株)大林組技術研究所 建築基礎研究室	第II編第5章
関崇夫	(株)大林組技術研究所 建築基礎研究室	第II編第5章 5.3
浅香次治	清水建設(株) 技術研究所社会基盤技術センター	第II編第6章 6.2.2
福井美一郎	(独)土木研究所 構造物研究グループ(基礎)	第II編第6章 6.2.3
浜田信彦	阪神高速道路公団 大阪建設局建設企画部	第II編第6章 6.2.3, 6.7.2
杉村義広	東北大学 大学院工学研究科 都市・建築学専攻	第II編第6章 6.3.1, 6.3.2
二木幹夫	(財)ベターリビング 筑波建築試験センター	第II編第6章 6.3.4
大保直人	鹿島建設(株)技術研究所 都市防災・環境グループ	第II編第6章 6.3.5
折敷秀雄	(財)国土技術研究センター 調査第一部	第II編第6章 6.4.3, 6.4.4
古関潤一	東京大学生産技術研究所 人間・社会部門	第II編第6章 6.5.1
清木恵助	元 九州工業大学	第II編第6章 6.6.1, 6.6.2
菅野高弘	(独)港湾空港技術研究所 地盤・構造部 構造振動研究室	第II編第6章 6.6.3
南莊淳	阪神高速道路公団 工務部工務第一課	第II編第6章 6.7.2
小笠原政文	首都高速道路公団東京建設局 新宿工事事務所	第II編第6章 6.7.3
伊勢本昇昭	戸田建設(株) 技術研究所	第II編第6章 6.7.4

目次

第I編 総論

第1章 概要

1.1 液状化とは	1
1.2 液状化対策の考え方とその時代変遷	6
1.3 性能設計的考え方と液状化対策技術の現状	11

第2章 液状化のメカニズムと被害

2.1 液状化のメカニズム	17
2.1.1 砂の繰返しせん断と間隙水圧の上昇	17
2.1.2 液状化の定義と実現象との関係	23
2.1.3 液状化した地盤の中の透水現象	25
2.2 液状化による被害発生のメカニズム	26
2.2.1 液状化した地盤の力学特性	26
2.2.2 地盤変形のメカニズム	37
2.2.3 液状化した斜面, 水際構造物の変位	39
2.2.4 液状化した地盤の中の構造物・杭	40
2.3 まとめ	48

第3章 液状化の発生および変形予測

3.1 予測の流れ	51
3.1.1 液状化に影響を及ぼす要因と液状化予測	51
3.1.2 液状化予測の目的と手段	52
3.1.3 予測法の選択判断基準	55

3.1.4	全応力解析と有効応力解析の選択	58
3.1.5	浸透流の考慮	59
3.2	予測のための調査・試験	60
3.2.1	液状化予測に必要な情報	60
3.2.2	液状化強度を求めるための室内試験とその解釈	61
3.2.3	液状化強度を求めるための原位置試験とその解釈	67
3.2.4	液状化予測のためのその他の調査・試験法	71
3.2.5	その他の地盤特性	74
3.3	簡易予測法	77
3.3.1	地理・地形情報を利用した液状化の可能性の概略予測	77
3.3.2	原位置試験を用いた液状化の可能性の簡易予測法	77
3.3.3	液状化抵抗率による簡易予測法	77
3.3.4	間隙水圧上昇量の簡易予測法	81
3.3.5	地盤の液状化の程度の子測	83
3.4	液状化発生の詳細予測	84
3.4.1	基礎方程式	84
3.4.2	応力-ひずみの関係の定式化	85
3.4.3	全応力解析による液状化予測	90
3.4.4	有効応力解析による液状化予測	93
3.4.5	過剰間隙水圧の消散の子測	97
3.5	地盤および構造物の変形予測	98
3.5.1	動的な変位	98
3.5.2	静的な変位	99
3.5.3	地盤-構造系の変形	106

第4章 設計指針での液状化の取扱い

4.1	設計指針での液状化予測とその取扱い	115
4.2	道路橋示方書	122
4.2.1	液状化の影響の考慮	123

4.2.2	流動化の影響の考慮	126
4.3	港湾の施設の技術上の基準・同解説	128
4.3.1	粒度による判定	128
4.3.2	等価 N 値と等価加速度による判定	129
4.3.3	液状化の子測・判定	132
4.3.4	地盤全体としての液状化の判定	133
4.3.5	地震応答計算と繰返し三軸試験による判定	133
4.4	建築基礎構造設計指針	133
4.4.1	はじめに	133
4.4.2	液状化判定	134
4.4.3	液状化に伴う地盤物性と地盤変形量の子測	136
4.5	鉄道構造物等設計標準	139
4.5.1	液状化の判定	139
4.5.2	流動の判定	141
4.5.3	浮き上がりの判定	143
4.6	LNG 地下式貯槽指針	143
4.7	危険物の規制に関する技術上の規準の細目を定める告示	144
4.7.1	現行法のタンク	144
4.7.2	旧法タンク	145
4.8	原子力発電所耐震設計技術指針	146
4.9	高圧ガス設備等耐震設計指針	147
4.9.1	液状化の考え方	147
4.9.2	液状化の判定法	148
4.9.3	液状化の影響	148
4.10	高圧ガス導管液状化耐震設計指針	151
4.10.1	液状化の考え方	151
4.10.2	液状化判定手順・判定法	151
4.10.3	液状化の影響	152
4.10.4	側方流動による地盤変位	152
4.11	水道施設耐震工法指針・解説	154

4.11.1	液状化判定法	154
4.11.2	液状化地盤の設計上の取扱い	154
4.12	下水道施設の耐震対策指針と解説	156
4.12.1	液状化の判定法	156
4.12.2	液状化地盤の取扱い	157
4.13	土地改良事業計画設計指針	159
4.14	捨て石、鉋さい堆積場建設基準および解説	161
4.14.1	設計対象と液状化の考慮	161
4.14.2	液状化による過剰間隙水圧	162
4.14.3	液状化に対する抵抗率	162

第5章 液状化対策設計の考え方

5.1	液状化対策の考え方	167
5.1.1	液状化対策の基本的考え方	167
5.1.2	液状化対策の計画	169
5.1.3	ネットワークとしての対策	173
5.2	地盤の液状化発生を抑制する対策	177
5.2.1	液状化の発生を抑制する対策の原理と分類	177
5.2.2	液状化の発生を抑制する対策工法	179
5.3	地盤の変形・流動を考慮した対策工法	186
5.3.1	変形・流動を考慮した対策の概念	186
5.3.2	構造物の変形対策	187
5.3.3	地盤流動を抑制する対策	188
5.4	液状化対策工法の選定	195
5.4.1	液状化対策工法の現状	195
5.4.2	各工法の特徴	204
5.4.3	対策工法選定にあたっての留意事項	205
5.5	液状化対策範囲の考え方	209
5.5.1	液状化対策範囲の基本的考え方	209

5.5.2	木造家屋などの軽量構造物等を対象とする場合	210
5.5.3	石油タンクにおける指針	211
5.5.4	各種構造物を対象とする考え方	211
5.5.5	埋設管の浮き上がり防止に関する研究例	214
5.6	既設構造物の液状化対策に特有な留意事項	215
5.6.1	既設構造物の液状化対策の考え方	215
5.6.2	既設構造物の耐震診断	216
5.6.3	既設構造物の液状化対策の留意事項	217

第Ⅱ編 各 論

第1章 密度増大工法

1.1	工法の概要	221
1.1.1	密度増大工法の原理	221
1.1.2	密度増大工法の種類と適用範囲	222
1.1.3	密度増大工法の動向と課題	224
1.2	調査・試験	227
1.2.1	設計のための調査・試験	227
1.2.2	施工管理のための調査・試験	230
1.2.3	改良効果確認のための調査・試験	231
1.2.4	その他の密度増大工法における調査・試験	232
1.3	サンドコンパクションパイル工法	233
1.3.1	設計法	233
1.3.2	施工法	242
1.3.3	設計・施工事例	249
1.4	振動棒工法	253
1.4.1	設計法	253
1.4.2	施工法	255

1.4.3	施工事例	256
1.5	重錘落下締固め工法	257
1.5.1	設計法	257
1.5.2	施工と施工管理	261
1.5.3	施工事例	264
1.6	バイプロタンパー工法	266
1.6.1	設計法	266
1.6.2	施工法	268
1.6.3	設計・施工事例	270
1.7	コンパクショングラウチング工法	274
1.7.1	設計法	274
1.7.2	施工法	276
1.7.3	設計・施工事例	278
1.8	その他の工法	280
1.8.1	プレローディング工法	280
1.8.2	バイプロフローテーション工法	284
1.8.3	発破工法	286
1.8.4	石灰杭工法	290

第2章 固結工法および置換工法

2.1	工法の概要	299
2.1.1	改良原理	299
2.1.2	工法の種類および適用範囲	300
2.2	調査・試験	302
2.2.1	固結工法	302
2.2.2	置換工法	304
2.3	深層混合処理工法	305
2.3.1	設計法	305
2.3.2	施工法	311

2.3.3	設計・施工事例	311
2.4	事前混合処理工法	317
2.4.1	設計法	317
2.4.2	施工法	321
2.4.3	施工事例	323
2.5	薬液による固化工法	326
2.5.1	薬液を用いた工法の概要	326
2.5.2	浸透固化処理工法の設計・施工事例	328
2.5.3	多点浸透注入工法の設計・施工事例	332
2.6	置換工法	336
2.6.1	設計法	336
2.6.2	施工法	337
2.6.3	設計・施工事例	338

第3章 地下水位低下工法

3.1	工法の概要	345
3.2	調査・試験	346
3.2.1	設計のための調査・試験	346
3.2.2	対策効果確認のための調査・試験	347
3.3	揚水工法	347
3.3.1	ディープウェル工法	348
3.3.2	ウェルポイント工法	348
3.3.3	バキュームディープウェル工法	349
3.3.4	施工事例	350
3.4	排水溝工法	353
3.4.1	排水溝工法の概念	353
3.4.2	設計法	354
3.4.3	排水溝工法の施工例	354

第4章 間隙水圧消散工法

4.1	工法の概要	363
4.1.1	対策効果のメカニズム	363
4.1.2	グラベルドレーンと人工材料のドレーン	364
4.1.3	間隙水圧消散工法の注意点	366
4.2	調査・試験	367
4.2.1	間隙水圧消散効果を支配する地盤定数	367
4.2.2	排水材の目詰まり防止	371
4.2.3	改良効果の確認実験例	372
4.2.4	地震を受けた改良地盤に対する調査事例	375
4.3	グラベルドレーン工法	376
4.3.1	設計法	376
4.3.2	施工法	383
4.3.3	設計・施工事例	385
4.4	人工材料によるドレーン工法	390
4.4.1	設計法	390
4.4.2	施工法	392
4.4.3	設計・施工事例	396
4.5	排水機能を利用したその他の工法	398
4.5.1	締固め工法と排水工法の併用	398
4.5.2	排水機能付き鋼材による液状化対策工法	401

第5章 せん断変形抑制による液状化防止工法

5.1	せん断変形抑制工法の概要	411
5.1.1	工法の概要と原理	411
5.1.2	工法の種類	412
5.1.3	工法の特徴	413
5.1.4	工法の実績	415

5.2	調査・試験	416
5.2.1	設計のための調査・試験	416
5.2.2	施工のための調査・試験	417
5.2.3	効果確認のための調査・試験	417
5.3	連続地中壁による工法	418
5.3.1	設計法	418
5.3.2	設計・施工事例	423
第6章 液状化の発生を許容する対策		
6.1	概説	429
6.2	杭基礎の対策	430
6.2.1	対策の考え方	430
6.2.2	建物の対策事例	435
6.2.3	橋梁の対策事例	440
6.3	直接基礎の対策	445
6.3.1	対策の考え方	445
6.3.2	布基礎の強化による建物の対策	445
6.3.3	こま形基礎による建物の対策	449
6.3.4	ジオグリッドによる建物の対策	451
6.3.5	鋼矢板リングによるタンクの対策	454
6.4	盛土の対策	457
6.4.1	対策の考え方	457
6.4.2	シートパイルによる鉄道盛土の対策事例	463
6.4.3	ジオグリッドによる堤防の対策事例	465
6.4.4	シートパイルによる堤防の対策事例	468
6.5	地中構造物の対策	472
6.5.1	対策の考え方	472
6.5.2	電力・通信施設の対策事例	477
6.5.3	共同溝の対策事例	481

6.5.4 農業用水路の対策事例	485
6.6 護岸・岸壁の対策	489
6.6.1 対策の考え方	489
6.6.2 護岸の対策事例	489
6.6.3 岸壁の対策事例	495
6.7 液状化による地盤の流動に対する対策	498
6.7.1 対策の考え方	498
6.7.2 水際に位置する橋梁基礎の対策事例（その1）	500
6.7.3 水際に位置する橋梁基礎の対策事例（その2）	503
6.7.4 建物の対策事例	505
索引	511

第 I 編 総 論

第 1 章 概 要	1
第 2 章 液状化のメカニズムと被害	17
第 3 章 液状化の発生および変形予測	51
第 4 章 設計指針での液状化の取扱い	115
第 5 章 液状化対策設計の考え方	167

平成16年7月30日発行
平成23年2月10日訂正第2刷発行

地盤工学・実務シリーズ18

液状化対策工法

編集 地盤工学会 液状化対策工法編集委員会

発行 公益社団法人 地盤工学会
東京都文京区千石4-38-2
〒112-0011 電話 03-3946-8677 FAX 03-3946-8678

発売 丸善出版株式会社
東京都品川区東品川4-13-14 グラスキューブ品川
〒140-0002 電話 03-6367-6038 FAX 03-6367-6158

印刷所 株式会社 報光社

© 2004 公益社団法人 地盤工学会

2500.23.2.500-5,460⑤

ISBN 978-4-88644-917-7

価格はカバーに表示してあります。
乱丁・落丁は送料当学会負担にてお取り替えいたします。
お手数ですが、地盤工学会まで、現物をお送り下さい。