

目次

第1章

地震と地盤の液状化 1

1.1	はじめに	1
1.2	液状化による被害の実例	3
1.3	地震動の伝播	8
1.3.1	実体波と表面波	8
1.3.2	地震動の加速度記録の例	9
1.3.3	距離減衰	11
1.3.4	地震動の強さと被害の大小	13
1.4	地盤の地震応答	15
1.4.1	弾性地盤中のS波伝播	15
1.4.2	地震動の増幅率	16
1.4.3	土の非線形応力ひずみ関係	23
1.5	液状化の発生メカニズム	30
1.5.1	砂の非排水せん断実験	30
1.5.2	ダイレイタンシー	32
1.5.3	砂の液状化抵抗	34
1.6	液状化危険度の判定	36
1.6.1	液状化しやすい土	36
1.6.2	液状化の起こりやすい地形	36
1.6.3	液状化抵抗率	37
1.6.4	数値解析	40
1.7	液状化対策技術の思想	40
1.7.1	液状化を起こさせないための技術	40
1.7.2	液状化発生を許容するも変形を抑制する技術	42
1.7.3	緊急対応	43
1.8	まとめ	44

本書の執筆分担

第1章	地震と地盤の液状化	東畑郁生
第2章	恒久グラウトと本設注入工法による液状化防止	米倉亮三
第3章	恒久グラウト本設注入による液状化対策工の実際	島田俊介
第4章	活性シリカを用いた改良地盤の液状化強度と改良効果の評価法	社本康広

第2章

恒久グラウトと本設注入工法による液状化防止 47

2.1 グラウト	47
2.1.1 ケミカルグラウト	47
2.1.2 水ガラス系グラウト	48
2.1.3 グラウトの耐久性	50
3.1.4 恒久グラウト	54
2.2 グラウティング	57
2.2.1 割裂注入と浸透注入	57
2.2.2 本設注入工法	59
2.3 グラウトによる固結土の耐震的性質	61
2.3.1 固結土の耐液状化	61
2.3.2 繰返し応力に対する固結土の変形	64

第3章

恒久グラウト本設注入による液状化対策工の実際 67

3.1 統合技術としての恒久グラウト本設注入工法	67
3.1.1 恒久グラウト・本設注入の技術の体系化	67
3.1.2 本設注入（恒久グラウト注入）と仮設注入に関する用語と定義	70
3.1.3 恒久グラウトと耐久グラウトの違い	75
3.1.4 統合技術としての恒久グラウト・本設注入工法の四大要件と要素技術の関連性	83
3.2 恒久グラウトと恒久性の実証	90
3.2.1 恒久グラウトの恒久原理と適用性	90
3.2.2 活性シリカコロイドの種類と物性	93
3.2.3 室内実験による活性シリカコロイドの長期耐久性の実証と他のシリカグラウトとの比較	98
3.2.4 懸濁型恒久グラウト「超微粒子複合シリカ」	109

3.3 大規模野外注入試験	125
3.3.1 大規模野外注入試験による恒久グラウト注入工法による浸透固結性と10年以上の経年固結性の実証	125
3.3.2 活性シリカコロイドによる大規模野外試験における経年固結土の液状化強度	129
3.3.3 実物大の空港施設を用いた液状化実験	131
3.4 地盤条件と耐久性	135
3.4.1 耐久性からみた化学的環境におけるゲルの性質	135
3.4.2 有機物を含有する地盤における懸濁型グラウトの固結性	135
3.4.3 耐久性からみた溶液型シリカグラウトと懸濁型グラウトの相性	136
3.5 急速浸透注入工法	141
3.5.1 急速浸透注入工法の開発	141
3.5.2 浸透の形態	141
3.5.3 球状浸透と柱状浸透	143
3.5.4 ゲル化時間を考慮した長時間広範囲固結法—マグマアクション法（乗り越え浸透法）—	145
3.5.5 急速浸透注入工法の種類と特徴—超多点注入工法、エキスパッカ工法、3D工法—	147
3.6 環境保全性	156
3.6.1 既設構造物に対する安全性	156
3.6.2 海産生物への安全性	170
3.6.3 土中埋設管に対する安全性—金属に対する影響—	171
3.6.4 水質保全性に対する安全性	171
3.7 液状化対策工の設計・施工	173
3.7.1 液状化現象について	173
3.7.2 調査・試験	176
3.7.3 注入設計	180
3.7.4 現場採取土配合設計法（本設注入試験センターによる）	189
3.7.5 改良地盤の設計	209
3.8 液状化対策工施工事例	218
3.8.1 恒久グラウトの用途別施工事例の分類	218
3.8.2 施工事例	219

3.9 液状化対策工の新技术	242
3.9.1 可塑状ゲル圧入工法	242
3.9.2 可塑状ゲルを用いたドレーンアンカー工法と排水耐震補強土工法 —斜面安定, 不安定地盤の排水補強, 過剰間隙水圧の消散—	246
3.9.3 誘導式自在ボーリングを用いた建造物直下の液状化対策工	249
3.9.4 曲りボーリングを用いた谷埋盛土の安定化工法	251
3.9.5 微生物代謝を用いた地盤改良	252
3.10 今後の展望	257
3.11 おわりに	258

第4章

活性シリカを用いた改良地盤の液状化強度と改良効果の評価法 265

4.1 はじめに	265
4.2 地盤の液状化現象と薬液注入された地盤の液状化対策効果	265
4.3 改良土の一軸圧縮強度特性	269
4.4 液状化強度と一軸圧縮強度の関係	274
4.5 改良地盤のシリカ濃度の測定法	275
4.5.1 サンドゲル状態の改良土のシリカ質量比の測定法	276
4.5.2 原位置土のシリカ濃度の測定法	276
4.6 改良地盤のシリカ濃度の測定	277
4.7 改良後の原地盤の液状化強度の予測法	280
4.8 礫混じり砂の液状化強度と一軸圧縮強度	282
4.9 活性シリカ系薬液の注入による 地盤改良土の液状化強度の評価と施工後の管理	285
4.10 おわりに	287

索引	289
----	-----

第1章

地震と地盤の液状化

1.1 はじめに

地盤の液状化災害を防止するためには、締固めや排水促進をはじめ、多くの技術がある。その中で、薬液注入技術の全般を一冊の本にまとめることが本書の目的である。しかし、本の内容を狭い薬液注入の分野だけに限ってしまうならば、読者にとってむしろ読みづらい、つまり注入分野の人々だけにしか面白くない出版になってしまうだろう。そのようなことを避けるため、第1章ではむしろ広い視点からの話を展開したい。その内容としては、まず地震被害の事例を解説し、被害の本質とは何なのかを読者に把握いただき、そのうえで液状化対策の目指すべき方向性を理解してもらい、それが本書の望ましい姿であろう。

伝統的な地震災害といえば、家屋の倒壊を挙げなければならない。写真1.1.1は2007年に能登半島で起こった地震のときの例である。家屋の被害は有史以来繰り返し起こってきた災害だが、それは我が国だけの問題ではな



写真 1.1.1 日本の伝統的な家屋の地震被害 (2007年 能登半島にて)

じしん じぼん えきじょうか とうきゅう ほんせつちゅうにゆう たいさく
地震と地盤の液状化 — 恒久・本設注入によるその対策 —

2010年10月28日 初版第1刷発行

〔定価はカバーにて
表示します〕

著者 とう 東 畑 いく 郁 お 生
じま 島 だ 田 しゆん 俊 介
よね 米 くら 倉 りよう 亮 ぞう 三
しゃ 社 もと 本 やす 康 ひろ 広
発行者 田 中 壽 美

発行所 インデックス出版
〒191-0032 東京都日野市三沢 1-34-15
Tel 042-595-9102 Fax 042-595-9103
URL : <http://www.index-press.co.jp>
印刷所 美建プリンティング株式会社

乱丁、落丁本はお取替えいたします。

©TOWHATA・SHIMADA・YONEKURA・SHAMOTO 2010

Printed in Japan

ISBN978-4-901092-68-5 C3051