

ボーリングポケットブック（第5版）編集委員会

委員長

黛 廣志（川崎地質株式会社）

委員（五十音順）

岩崎 公俊（基礎地盤コンサルタンツ株式会社）

佐藤 修治（株式会社東亜利根ボーリング）

棚瀬 充史（株式会社地圏総合コンサルタント）

土屋 隆彦（東邦地下工機株式会社）

坪田 邦治（中部土質試験協同組合）

中田 文雄（川崎地質株式会社）

根岸 基治（地盤環境エンジニアリング株式会社）

山根 均文（株式会社日さく）

利藤 房男（応用地質株式会社）

目 次

1 章 ボーリング技術の動向

1.1 概 要	1
1.2 日本列島の地形、地質の特性と地質調査	2
1.2.1 プレートテクトニクスと日本列島	2
1.2.2 連続しない日本の地質	2
1.2.3 わが国における地質調査の重要性	7
1.3 地質調査におけるボーリングの役割	9
1.3.1 深部の地質を確認する唯一の調査手法としてのボーリング	9
1.3.2 物性を調査する試験孔としてのボーリング	10
1.3.3 長期観測を行うための計器設置孔としてのボーリング	13
1.3.4 環境問題に対するボーリングの役割	16
1.4 ボーリングおよび周辺技術の新たな展開	17
1.4.1 計測ボーリングによる地盤調査	18
1.4.2 土壌・地下水汚染調査ボーリング	19
1.4.3 原位置試験	22
1.4.4 孔壁画像展開システム	23
1.4.5 S波速度測定と孔中地震計の設置	24
1.4.6 今後の展開	25
Column ① 技術者信頼度に関する表彰実績の適用範囲の拡大	27
参考文献	28

2 章 ボーリング掘削装置および器具類

2.1 概 要	31
2.2 ボーリングマシン	32
2.2.1 ボーリングマシンの分類	32
2.2.2 スピンドル型ボーリングマシンの基本構造	32

2・2・3	伝達装置 (クラッチ)	33
2・2・4	変速装置 (トランスミッション)	35
2・2・5	巻揚装置 (ホイスト)	36
2・2・6	せん孔装置 (スイベルヘッド)	37
2・2・7	油圧装置	40
2・2・8	操作装置	43
2・3	その他のボーリングマシン	45
2・3・1	パワースイベル (トップドライブ) 型ドリル	45
2・3・2	ドライブヘッド型ドリル	45
2・3・3	ユニバーサル (ドライブヘッド, テーブル併用) 型ドリル	47
2・3・4	ロータリーテーブル型ドリル	47
2・3・5	ロータリーパーカッション式 (回転・打撃式) ドリル	50
2・3・6	ロータリーバイブロ式 (回転・振動式) ドリル	51
2・3・7	パーカッション式 (衝撃式・綱掘り式) 掘削機	52
2・4	ボーリングポンプ	55
2・4・1	ボーリングポンプの役目	55
2・4・2	ボーリングポンプの種類と原理	56
2・4・3	ボーリングポンプ各部の構造と機能	57
2・4・4	ボーリングポンプの所要出力	60
2・4・5	ボーリングポンプの取扱い注意事項	60
2・5	マッドミキサ	60
2・6	原 動 機	61
2・6・1	モータ	62
2・6・2	エンジン	64
2・7	ボーリング用ビット	66
2・7・1	メタルビットと種類	67
2・7・2	ロータリーコーンビット	69
2・7・3	ダイヤモンドビット	70
2・7・4	その他のビット	76
2・8	ボーリング用ロッド	77
2・8・1	ボーリング用ロッドの規格	77
2・8・2	ボーリング用ロッドの構造	79

2・8・3	ボーリング用ロッドの締付けトルク	81
2・9	ドリルカラー	81
2・10	コアバレル	82
2・10・1	シングルコアバレル	82
2・10・2	ダブルコアバレル	82
2・10・3	トリプルコアバレル	84
2・10・4	ワイヤラインコアバレル	85
2・11	ケーシングおよび器具	86
2・11・1	ケーシングの機能	86
2・11・2	ケーシングの設置深度	86
2・11・3	ケーシングの仕上げ	87
2・11・4	ケーシングのサイズ	87
2・11・5	ケーシングの性能	88
2・11・6	ケーシング用器具	89
2・12	ウォータースイベル	90
2・13	保持および揚降器具	92
2・13・1	保持器具	92
2・13・2	揚降器具	93
2・14	採 揚 器 具	95
2・14・1	タ ッ プ	95
2・14・2	ミ ル	96
2・14・3	ジャンクサブ	96
2・15	その他の掘削用具	97
2・15・1	ダウンザホールハンマー	97
2・15・2	ダウンホールモータ	98
Column ②	世界と日本の大深度掘削記録	101
参考・引用文献		102

3 章 計画, 準備, 仮設

3・1	概 要	103
3・2	準 備	103
3・2・1	準備の基本	103

3・2・2 作業計画	106
3・2・3 準備作業	109
3・3 運 搬	110
3・3・1 機材リスト	110
3・3・2 小運搬	110
3・4 仮 設 材 料	116
3・4・1 ワイヤロープ、繊維ロープおよび針金	116
3・4・2 丸太足場材	120
3・4・3 鋼管足場材	121
3・5 仮 設 作 業	124
3・5・1 玉掛け作業	124
3・5・2 ウインチ作業	128
3・5・3 高所作業	129
3・6 陸上のボーリングの足場およびやぐら	129
3・6・1 陸上のボーリング足場	130
3・6・2 陸上のボーリングやぐら	132
3・7 水上ボーリングの足場およびやぐら	137
3・7・1 水上ボーリングの計画	138
3・7・2 水上ボーリングの足場およびやぐら	138
3・7・3 水上ボーリング足場やぐらの種類	143
Column ③ 大規模海底地すべり跡	153

4 章 掘 進 技 術

4・1 概 要	155
4・2 ボーリングの基本理論	156
4・2・1 実掘進の荷重、回転数、送水量とカッティングス排除	159
4・2・2 一般的な掘進条件	162
4・2・3 泥 水	164
4・2・4 その他の掘削流体	173
4・3 ボーリングの掘進率	174
4・3・1 実掘進率に影響する事項	174
4・3・2 直接掘進率に影響する事項	175

4・3・3 全作業に占める直接掘進作業比率に影響する事項	178
4・3・4 ボーリングの平均掘進率	178
4・4 ボーリング機材の選定基準	181
4・4・1 機械・器具の選定	181
4・4・2 ケーシング計画	184
4・4・3 ビットの選定	186
4・5 掘 進 技 術	189
4・5・1 掘進作業	189
4・5・2 掘進作業中の留意事項	192
4・5・3 未固結層の掘進	194
4・5・4 岩の掘進	195
4・5・5 深掘りボーリング	197
4・5・6 傾斜・水平ボーリング	198
4・5・7 孔曲がり	199
4・6 保 孔 対 策	202
4・6・1 泥水使用による保孔	202
4・6・2 ケーシングによる保孔	203
4・6・3 セメンティングによる保孔	206
4・7 孔内事故（掘削障害）対策	213
4・7・1 孔内事故の分類	213
4・7・2 孔内事故の防止対策	214
4・7・3 孔内事故とその回復法	214
Column ④ 新しい液状化の調査法—ピエゾドライブコーン（PDC）—	227
参考文献	229

5 章 試料採取と土および岩の分類

5・1 概 要	231
5・1・1 試料採取とその意義	231
5・1・2 試料採取の計画	232
5・1・3 試料採取方法の分類	232
5・1・4 採取試料の品質	236

5.2 土の試料採取 (サンプリング)	237
5.2.1 試料採取方法の選択	237
5.2.2 試料採取のためのボーリング	239
5.2.3 固定ピストン式シンウォールサンプラーによる土の試料採取	240
5.2.4 ロータリー式二重管サンプラーによる試料採取	251
5.2.5 ロータリー式三重管サンプラーによる試料採取	255
5.2.6 ロータリー式スリーブ内蔵二重管サンプラーによる試料採取	259
5.2.7 ブロックサンプリングによる試料採取	262
5.2.8 その他の採取方法	265
5.2.9 乱した土の採取方法	269
5.2.10 採取した土試料の保管, 運搬および記録	270
5.2.11 土の分類	271
5.3 岩の試料採取 (コアリング)	280
5.3.1 概 要	280
5.3.2 ロータリー式チューブサンプリングによる軟岩の採取方法	281
5.3.3 岩盤コアリング	285
5.3.4 採取したコアの整理と保管	285
5.3.5 岩の分類と報告	291
Column ⑤ 海外と比べた日本の優れたサンプリング技術	305
参考・引用文献	306

6 章 ボーリング孔を利用する原位置試験

6.1 概 要	307
6.1.1 原位置試験の役割と意義	307
6.1.2 原位置試験の種類と適用	308
6.1.3 ボーリング孔の条件	308
6.1.4 記録と報告	310
6.2 ボーリング孔を利用したサウンディング	311
6.2.1 標準貫入試験	311
6.2.2 大型貫入試験	319
6.2.3 原位置ベーンせん断試験	319

6.3 ボーリング孔を利用した载荷試験	322
6.3.1 プレッシャーメータ試験	323
6.3.2 ボアホールジャッキ試験	328
6.4 物理 検 層	329
6.4.1 弾性波速度検層	333
6.4.2 電気検層	337
6.4.3 その他の検層	339
6.5 ボーリング孔を利用した地下水調査	345
6.5.1 水位, 間隙水圧の測定	345
6.5.2 透水特性の調査	349
6.5.3 地下水流動状況の調査	360
Column ⑥ 標準貫入試験用サンプラーの国際比較	365
参考・引用文献	366

7 章 工事, 資源開発などにおける掘削技術

7.1 概 要	367
7.2 工用ボーリング	368
7.2.1 集排水ボーリング	368
7.2.2 グラウトボーリング	371
7.2.3 アンカボーリング	372
7.2.4 大坑径機械掘削	373
7.2.5 レイズボーリング	374
7.2.6 先進ボーリング	376
7.3 井戸, 温泉, 地熱, 地中熱ボーリング	377
7.3.1 水井戸ボーリング	377
7.3.2 温泉ボーリング	378
7.3.3 地熱ボーリング	379
7.3.4 地中熱ボーリング	382
7.4 石油, 鉱床探査掘削	383
7.4.1 石油掘削	383
7.4.2 鉱床探査掘削	384

7・5 地球科学学術掘削	385
7・5・1 科学学術ボーリング	385
7・5・2 観測井	386
7・6 掘削技術の高度化	389
7・6・1 コントロールボーリング	389
7・6・2 位置検出システム	393
Column ⑦ 海洋資源調査船「白嶺」に搭載された掘削装置	395
参考・引用文献	396

8 章 土壌・地下水汚染にかかわる調査

8・1 土壌・地下水汚染の概要	397
8・2 土壌汚染対策法	398
8・2・1 法の概要	398
8・2・2 法に基づく土壌汚染調査	402
8・3 土壌・地下水汚染調査のための試料採取	412
8・3・1 土壌ガス採取	413
8・3・2 表層土壌試料採取	416
8・3・3 ボーリング調査	419
8・4 観 測 井	427
Column ⑧ ボーリングの過ち—汚染物質を下部帯水層へと拡散した例—	433
参考・引用文献	434

9 章 工程管理, 安全管理と地質調査に関連する法規および手続き

9・1 概 要	435
9・2 工 程 管 理	435
9・2・1 工程管理の基本	435
9・2・2 実施工程図表の作成	436
9・2・3 工程の検討と調整	437
9・3 安 全 管 理	437
9・3・1 安全管理と関係法規	437
9・3・2 安全教育と規制	441
9・3・3 作業手順と安全点検	446

9・3・4 災害防止対策	447
9・4 地質調査に関連する法規および手続き	448
9・4・1 営業に関する法規	448
9・4・2 契約に関する法規	450
9・4・3 その他の法規	454
9・4・4 各種作業申請手続き	454
Column ⑨ 熱中症	457
参考・引用文献	458

10 章 ボーリングに必要な基礎知識

10・1 概 要	459
10・2 地形・地質の基礎知識	459
10・2・1 山地の地形・地質の基礎知識	460
10・2・2 平野の地形と地質の基礎知識	469
10・2・3 日本の特殊土（特殊土壌）	472
10・2・4 柱状図作成のために必要なこと	476
10・3 ボーリングを伴わない地質調査	479
10・3・1 地表地質踏査	480
10・3・2 物理探査	481
10・4 ボーリング作業に伴う基礎知識	491
10・4・1 気 象	491
10・4・2 測 量	500
10・4・3 品質と環境の規格	510
10・5 電子化に関する基礎知識	511
10・5・1 地質調査と情報通信技術（ICT）	511
10・5・2 電子納品	515
10・5・3 ボーリング柱状図の公開と二次利用	518
10・6 ボーリングに関する技術者資格	524
10・6・1 地質調査技士	524
10・6・2 地質情報管理士	525
10・6・3 地形判読士	525
10・6・4 技術士	526

10・6・5 シビルコンサルティングマネージャ (RCCM)	526
Column ⑩ GoogleMaps で何ができるか	528
参考文献	529
索引	531

1

章

ボーリング技術の動向

1・1 概 要

わが国は、海外諸国に比較して地質構造が複雑で脆弱であるのに加えて、地震多発国である。そのため、人々が安全で安心して暮らしていくための社会資本整備においては、地盤調査技術の重要度は非常に高いといえる。

地盤調査技術のうち、ボーリング技術は直接的に地下構造を調べるための唯一の調査手法である。ボーリング孔を用いることにより、各種原位置試験の実施や地盤材料試験のための試料採取が可能となる。また、ボーリング孔に各種の測定計器を設置して、長期間のモニタリングを行うこともできる。

ここ十数年来の新しいボーリング技術の展開として、計測ボーリング技術と土壌・地下水環境問題に関するボーリング技術があげられる。計測ボーリングとは、掘削作業時に発生する各種抵抗値を計測し、連続的に地盤特性を把握するものである。これにより、地盤調査の根幹であるボーリング技術を高度化するとともに、昨今の熟練フォアマンの後継者不足問題を解決し、技術的、経済的に魅力あるボーリング調査技術に発展していくことが期待される。

土壌・地下水環境問題に関する調査は、2002年12月の土壌汚染対策法施行以来、急激に需要が増加した。土壌・地下水環境問題のボーリングでは原則的に泥水が使用できないため、掘削用水を使用しない打撃貫入方式、振動貫入方式、逆循環エア方式などさまざまなボーリング工法が用いられている。また、鉛直方向だけでなく、掘進方向を制御するボーリング技術（コントロールボーリング）も開発されてきている。

労働安全衛生法	437
労働安全衛生法施行令	437
労働災害	446
ロータリーコーンビット	69
ロータリーサウンディング	18
ロータリー式三重管サンプラー	255
ロータリー式サンプラー	238
ロータリー式スリーブ内蔵二重管サンプラー	259
ロータリー式チューブサンプリング	281
ロータリー式二重管サンプラー	251
ロータリースリップ	92
ロータリー装置	48
ロータリーテーブル型ドリル	47
ロータリーテーブル方式	383
ロータリーバイブロ式ドリル	31, 51
ロータリーパーカッション式ドリル	31, 50
ロータリーパーカッションドリル	369, 376
ロックビット	69
ロッド	77, 311
ロット	412
ロッド自沈	311
ロッドの構造	79
ロッドビット	68
ロッドホルダ	92
ローラービット	194

◆ ワ 行 ◆

ワイヤスベア	217
ワイヤラインコアバレル	85, 193
ワイヤロープ	116

◆ 欧 文 ◆

AMeDAS	491
--------	-----

API 規格	79, 185
BB やぐら	150
CPT	22
DCDMA 規格	79
DMT	22
GPS 測量	507
GPS	507
IADC	70
ISO 14001	511
ISO 9001	510
ISO/DIS 規格	185
JFT	355
JGS	308
JIMS 規格	78, 185
JIS	308
N 値	311
P 波	333
PDC ビット	76
PMT	22
PS 検層	333
RCCM	526
RQD	292
S 波速度	24
S 波	333
SPT	22
SPT サンプラー	311

- 本書の内容に関する質問は、オーム社出版局「(書名を明記)」係宛に、書状または FAX (03-3293-2824)、E-mail (syuppan@ohmsha.co.jp) にてお願いします。お受けできる質問は本書で紹介した内容に限らせていただきます。なお、電話での質問にはお答えできませんので、あらかじめご了承ください。
 - 万一、落丁・乱丁の場合は、送料当社負担でお取替えいたします。当社販売課宛にお送りください。
 - 本書の一部の複写複製を希望される場合は、本書扉裏を参照してください。
- JCOPY** <(社) 出版者著作権管理機構 委託出版物>

ボーリングポケットブック (第 5 版)

昭和 49 年 1 月 30 日	第 1 版第 1 刷発行
昭和 58 年 10 月 20 日	第 2 版第 1 刷発行
平成 5 年 10 月 20 日	第 3 版第 1 刷発行
平成 15 年 8 月 20 日	第 4 版第 1 刷発行
平成 25 年 9 月 20 日	第 5 版第 1 刷発行

編 者 一般社団法人 全国地質調査業協会連合会
 発行者 竹 生 修 己
 発行所 株式会社 オーム 社
 郵便番号 101-8460
 東京都千代田区神田錦町3-1
 電 話 03(3233)0641(代表)
 URL <http://www.ohmsha.co.jp/>

© 一般社団法人全国地質調査業協会連合会 2013

印刷 中央印刷 製本 協栄製本
 ISBN978-4-274-21445-5 Printed in Japan