

Jet Grouting: Technology, Design and Control,
First Edition (ISBN 9780415526401) which is authored/edited
by Paolo Croce and Alessandra Flora, and Giuseppe Modoni
Authorised translation from the English language edition
published by CRC Press, a member of the Taylor & Francis Group
All Rights Reserved

Japanese translation rights arranged with
Junichi Koseki, Yasuharu Nakanishi, Takashi Shinsaka and Kazumi Osawa
through Japan Uni Agency, Inc., Tokyo

書籍のコピー、スキャン、デジタル化等による複製は、
著作権法上での例外を除き禁じられています。

序 文

ジェットグラウト技術は、さまざまな地盤工学上の問題を解決するための実用的な手段として世界中で幅広く活用されている。しかし、時には、ジェットグラウトの不適切な使用によって失敗する結果となり、その効果に関する疑念がもたれることもある。しかしながら、通常これらの失敗は、工法それ自体の特性からというよりは、むしろ実際の可能性や工法の適用限界について知識がないことに起因している。

実際のところ、ジェットグラウトプロジェクトを管理するためには、使われる可能性があるさまざまな技術的な手順の詳細な知識を得ること、そして何よりも異なる自然地盤でのジェットグラウトの起こりうる影響を理解することが不可欠である。近年、この後者の側面についての研究が徹底的に行なわれ、複雑なジェット～地盤間の相互作用現象の見識を大幅に高めた。最近、これらの研究の結果は、ジェットグラウトの効果を予測するために強化され信頼できる工法の発展へとつながり、その研究成果は地盤特性と施工手順の両方に関係づけられている。しかし、このような研究は、依然としてほぼ科学文献に限られ、一部の学界だけに知られており、現場技術者の間にはまだ十分に普及していない。

もうひとつの極めて重要な問題は、いわゆるジェットグラウト構造物、つまり、必要とされる地盤特性を与えるために考え出されたジェットグラウト改良体によるさまざまな集合物に対する解析である。このテーマは、完全に信頼される成熟した技術としてジェットグラウト工法を確立するために、緊急に必要とされる合理的な設計手法を提供するために非常に重要なものである。繰り返すが、合理的な解決策は今日でも利用可能であるが、依然として純粋に経験則に頼りがちな現場技術者の大部分にはまだ知られておらず、ほとんどが個人的な経験に基づいて進められているか、あるいは試行錯誤によ

り対処している。

これらのギャップを埋めるために、本書では、ジェットグラウト工法に關する技術的手法や研究活動の概要を示し、それらを独自の相互関係のある一貫したフレームワークに取り入れるという壮大な目的をもっている。このような目的のために、著者らは、技術的問題、ジェットグラウト噴射の間に行なわれるメカニズムの解釈、それらの影響の定量的予測、ジェットグラウト構造物の設計、そして最後に実際のジェットグラウト改良の結果を管理する手順を結びつけることを試みた。

著者らは、この目的を達成するまでには至っていないであろうということ十分に理解している。明らかに扱われているいくつかのテーマは、さらに洗練される可能性があり、また一方で追加される可能性もある。さらに、提案された解決策のいくつかは疑問を提起する可能性があり、特に設計手法についてはさらなる討論を必要とする。結局、場合によっては、著者らはいくつかの問題を指摘したが、関連する答えを示すまでには至っていない。そのため、この本は、絶え間なく変わる技術を扱っている進行中の作品として見なされる可能性があるが、これに対して批判、討論、および寄稿は大歓迎で、潜在的なギャップを埋める助けとなる。

寄稿に関しては、適用例に関する情報やデータが不可欠であり、失敗は成功した事例よりも重要であることを思い起こしていただきたい。したがって、ジェットグラウトにおける合理的でかつ正当な信頼を向上させるという最終目標を達成するためには、研究者、設計者、施工者、および機器メーカー間の緊密かつ協力的な関係が、施工手順と設計手法の両方を強化するために必要とされる。

この本は、著者らの間で長く続いてきた協力の成果であり、多くの同僚や友人たちとの対話を通して執筆している。著者らは、経験や知識を共有してくれたすべての人に深く感謝申し上げたい。

監訳者序文

著者の一人のジュゼッペ・モドーニ教授は、1997年に4か月間、日本に滞在されました。当時は六本木にあった東京大学生産技術研究所で、博士研究の一環として、締め固めた礫質土に対する大型三軸試験と動的計測を、監訳者および他の共同研究者と実施しました。1998年にも、重要な追加試験を実施するために短期来日されました。

これに先立って、アレッサンドロ・フローラ教授も、1993年に博士研究の一部を実施するために同研究所に滞在されています。これらの交流を契機として、お二人が在籍されていたフェデリコ2世・ナポリ大学と東京大学の間で、夏季実習生の相互派遣等の国際交流が現在に至るまで継続されています。

モドーニ教授は、2000年に南ラツィオ・カッシーノ大学に助教授として着任しました。同大学では、もう一人の著者のパウロ・クローチェ教授が、イタリアにおけるジェットグラウト工法の研究の第一人者として既に活躍されていたことが、モドーニ教授にとってのジェットグラウト工法との出会いであったと、ご自身から以前伺ったことがあります。なお、クローチェ教授は、遅くとも1990年には同工法に関する論文を、1998年にはフローラ教授との共著論文も発表されていることが、本書の参考文献リストからわかります。

モドーニ教授は、2004年にも3か月間来日されました。これまでに得られた礫質土の大型三軸試験結果の詳細な分析およびモデル化等の研究を東京大学と筑波大学で実施したことに加えて、ジェットグラウト工法の日本での活用状況に関する情報収集のための企業訪問等も積極的にも行いました。

実は監訳者は、以上の三名の著者と同じ地盤工学を専門としつつも、ジェットグラウト工法について特に詳しいわけではありません。上記の企業

訪問のお手伝いや相互の大学訪問などで、モドニー教授・フローラ教授と親しくお付き合いさせていただいてきたことが、今回のご縁につながりました。

末筆ではありますが、イタリア語の原書から増訂・翻訳された英語版を、さらに日本語版として最新の内容に更新する本書が完成したことは、ひとえに訳者の中西様・新坂様・大沢様および編集者の皆様の並々ならぬご尽力の賜物であることを申し上げて、監訳者による序文とさせていただきます。

2020年8月 古関潤一

訳者序文

ジェットグラウト工法は、歴史的にも実績的にも日本とイタリアが先進国です。本書は、そのイタリアにおけるジェットグラウト工法の第一線の研究者である、パウロ・クローチェ教授、アレッシンドロ・フローラ教授、およびジョゼッペ・モドーニ教授の共著による世界に類を見ないジェットグラウト工法の研究書です。

ジェットグラウト工法が日本で誕生して50年、今では多種多様のジェットグラウト工法が実用化されて、現在も日々進化を続けています。私たちはかねてより、さまざまなジェットグラウト工法の共通言語を整理し、長所はもちろんのこと短所も明確に理解することでより自由な発想でジェットグラウト工法の可能性を広げ、新しい適用範囲を生み出すことのできる専門書の必要性を強く感じていました。

そんな中で出会った本書ですが、原書は2004年にイタリア語で出版されています。2014年には増訂版として英語版が出版されましたが、日本語訳がないこともあり、せっかくの良著が日本で広く認知されないことを残念に思っていました。この思いを著者へ伝えたところ、日本語訳出版に強い意欲を示されたうえ、最新情報の加筆までしていただける幸運に恵まれました。そのご厚意に深く感謝するとともに、本書を皆様へご紹介できることを心より嬉しく思います。

本書は、ジェットグラウト工法にかかわる施工者、設計者、研究者、機器メーカー、及び材料メーカー等の関係者が一から理解を深めることができるような構成となっています。また、初めてジェットグラウト工法を勉強する方から、深い知識と経験を有する方まで、そのすべての方に役立つジェットグラウト工法の教科書となることと思います。

その翻訳にあたっては、文章の意図が原書に忠実であることを大前提に、

日本における習慣的な名称や言い回しを用い、日本人技術者の理解を促すよう努めました。訳者らの知見では及ばない設計原理や設計例などの理論解析は、監訳者の古関潤一教授にご指導を賜りました。技報堂出版の石井編集長を始めとする編集者の皆さんの丹念な校正作業により、翻訳ミスはもちろん、技術書にありがちな独りよがりな表現が排され、読みやすい日本語版になりました。関係者の皆様へ心より御礼を申し上げます。それでも、理解が難しい記述や間違いがあれば、ひとえに訳者らの力不足によるものであり、皆様のご批判ご指導を賜りたいと存じます。

最後に、日本語訳出版に向け浅学菲才の訳者らの突然のアプローチに、クローチェ教授、フローラ教授、モドーニ教授が真剣に耳を傾けてくださったのは、訳者の一人の父で、本書でたびたびその文献が引用されている故中西渉氏の存在があったことを付記させていただきます。

本書が、ジェットグラウト工法のさらなる進化・普及に寄与し、より良い社会資本整備の一助になることを願っています。

2020年6月 訳者

目 次

序 文	i
監訳者序文	iii
訳者序文	v
記号一覧	xiii
第 1 章 序 論	1
1.1 地盤改良および地盤工学	1
1.2 ジェットグラウト工法の簡単な歴史	2
1.3 成功の要因	5
1.4 なぜジェットグラウト工法についての本なのか？	6
第 2 章 技 術	11
2.1 技術的特徴	11
2.2 ジェットグラウト工法の施工手順	12
2.3 噴射方式	17
2.3.1 単相流方式	19
2.3.2 二相流方式	19
2.3.3 三相流方式	20
2.3.4 技術の進化	20
2.4 改良体のオーバーラッピング(ラップ)	23
2.5 改良体補強	25
2.6 硬化材および排泥	25
2.6.1 硬 化 材	25
2.6.2 排 泥	26

2.7	プラント設備	27
2.7.1	基本設備	27
2.7.2	硬化材ミキシング	28
2.7.3	ポンプおよびコンプレッサー	29
2.7.4	削孔および造成の装置	29
2.8	改良パラメータ	29
第3章	メカニズムおよび効果	33
3.1	予備的考察	33
3.2	水中ジェット噴流	35
3.2.1	実験結果	35
3.2.2	数値モデリング	44
3.2.3	簡易定式化	47
3.2.4	比エネルギー	51
3.3	ジェット噴流～地盤間の相互作用	53
第4章	改良体の特性	61
4.1	はじめに	61
4.2	改良効率	61
4.3	改良径	65
4.3.1	実験結果	65
4.3.2	平均改良径	67
4.3.2.1	改良径の簡易予測	69
4.3.2.2	改良径の高度な予測	70
4.3.3	改良径の変動性	79
4.4	改良体中心軸のずれ	82
4.5	ジェットグラウト改良体	85
4.5.1	材料組成	86
4.5.2	単位体積重量	87
4.5.3	力学特性	89

4.5.3.1	強 度	89
4.5.3.2	剛 性	96
4.5.3.3	力学特性の変動性	99
4.5.4	透水性	103
第5章	ジェットグラウト構造物	105
5.1	改良体および構造物	105
5.2	基 礎	108
5.3	擁 壁	115
5.4	遮 水	120
5.5	トンネル	126
5.6	その他の適用例	131
第6章	設計原理	133
6.1	基本的に考慮すべき事項	133
6.1.1	設計目標	133
6.1.2	指針および実施規定	135
6.2	改良体から構造物まで	142
6.3	設計手法	149
6.4	改良体の設計特性	152
6.4.1	改良体の径	153
6.4.1.1	確定論的手法	153
6.4.1.2	準確率論的手法	153
6.4.2	改良体の傾き	155
6.4.2.1	確定論的手法	155
6.4.2.2	準確率論的手法	156
6.4.3	ジェットグラウト改良体の力学特性	156
6.4.3.1	確定論的手法	157
6.4.3.2	準確率論的手法	157
6.4.4	補強改良体の力学的挙動	158

6.4.5	確率論的手法	161
第7章	設 計 例	167
7.1	選択した適用例	167
7.2	基 礎	168
7.2.1	ブロック状改良	169
7.2.2	ラフト基礎	176
7.2.2.1	地盤～改良体の相互作用	176
7.2.2.2	改良体の抵抗	180
7.2.2.3	計算例：垂直に載荷されたラフト基礎	181
7.2.2.4	横方向に載荷された改良体	186
7.3	トンネル先受け支保工(キャノピー)および立坑	189
7.3.1	ジェットグラウト工法による先受け支保工 (キャノピー)	190
7.3.1.1	準確率論的手法	195
7.3.1.2	確率論的手法	201
7.3.1.3	確率論的手法における SSI(地盤～構造物の 相互作用)	204
7.3.1.4	確率論的手法を用いた計算例	205
7.3.2	ジェットグラウト改良立坑	207
7.3.3	三次元効果	212
7.4	遮 水	213
7.4.1	単列遮水：確定論的手法	213
7.4.2	単列遮水：準確率論的手法	215
7.4.3	単列遮水：確率論的手法	216
7.4.4	複列遮水	218
7.5	底盤改良	220
7.5.1	力学的スキームおよび設計目標	220
7.5.2	確定論的手法	224
7.5.3	準確率論的手法	227

7.5.4	確率論的手法	227
第8章	管 理	235
8.1	管理の目的	235
8.2	試験施工	237
8.3	管理規則および指針	239
8.4	材料認定	241
8.4.1	セメント	242
8.4.2	混和剤	244
8.4.3	水	245
8.4.4	補強材	245
8.5	施工管理	246
8.5.1	硬化材準備	246
8.5.2	削孔および噴射	248
8.5.3	排 泥	253
8.6	ジェットグラウト構造物の特性	254
8.6.1	改良体の径	255
8.6.2	ジェットグラウト改良体の連続性 および均質性	267
8.6.3	ジェットグラウト硬化材の物理的 および力学的特性	276
8.7	ジェットグラウト改良体の性能	277
8.7.1	載荷試験	278
8.7.2	透水試験	281
8.8	周辺構造物のモニタリング	284
	参考文献	291
	索 引	307
	著 者	313

序 論

1.1 地盤改良および地盤工学

地盤改良工法は、施工上の問題を解決するためや新しい設計の解決策を提案するために、地盤工学においてますます普及してきている。実際、ここ数年、さまざまな地盤改良技術の開発や改善のために精力的な研究が行われている。その結果として、常に新しい技術、材料および適用例が提案され、有用な解決策として市場に提案されている。

今日、地盤改良技術は、地盤工学エンジニアが設計する際の解決策として重要な戦略のひとつとなっており、地盤改良技術を全く使わずに実施された主要なプロジェクトはほとんどない。実際、このような新しい地盤改良技術を利用できるようになったことで、設計の選択肢が大幅に広がった。しかし、絶え間ない技術の発展や、急速に拡大する適用例は、このテーマに関連した経験が十分に備わっているとは限らない地盤工学エンジニアに新たな問題をもたらしている。多くの場合、地盤改良における問題は、設計段階で概略検討がされているだけで、その解決策は、ほとんどが専門業者に委ねられている。結果として、設計者は地盤工学的な全体工程の一部を管理できない。

地盤改良技術は、他の従来技術に採用されているものと同じように、設計的な配慮がされずにしばしば使われている。それは、役に立つかもしれない、あるいは、多ければ多いほどよいという単純な理由で採用しているだけであり、ベルトをしたズボンにサスペンダーを加えるように過剰なものとなっている。しかし、そのような方法に従うことで、正確な設計の基盤で常に手本にすべき科学的手法の合理的根拠を、実質的に失っているおそれがある。

いずれにせよ、地盤改良技術は、設計の曖昧な部分を含んでいることが多

いが、そこには予期しない問題が隠れている可能性がある。これは、地盤改良技術が急速に成長し、基礎研究、教育および知識の普及が追いついていないという典型的な例である。幸いにもこの10年ほどは地盤改良を扱った論文や書籍の数が増えてきており、さらに、特に地盤改良に着目した大学のコースが世界中で広がってきている。このような流れは、新しい技術に関する知識を深め、経験を増やす絶好の機会であり、これらの技術が適切に設計され、管理されていれば、問題を解決することができるものであると、疑い深い地盤工学エンジニアでさえもが認識している。確かにそれは知識や信頼性の問題であって、技術に問題があるのではなく、その使い方や誤用が問題なのである。そして、これは地盤工学だけでなく社会一般の永遠の課題でもある。

1.2 ジェットグラウト工法の簡単な歴史

今日、現存する地盤改良技術の中で確固たる地位を得たジェットグラウト工法は、実際にさまざまな地盤の問題に対して適切な解決策を提供することができることは周知の事実である。しかし、この優れた工法は、長年続けられ今もなお継続中である研究開発の結果であり、ジェットグラウト工法の先駆者たちの貢献は然るべき評価をされる必要がある。

Greenwood (Croce and Flora 2001) は、「実務における注入およびボーリング泥水に関するシンポジウム (Symposium on Grouts and Drilling Muds in Engineering Practice)」 (British National Society of ISSMFE 1963) において、1962年にパキスタンで遮断壁を造成するために Cementation Co., Ltd. によって行なわれた先駆的な事例について簡単に報告している。しかしながら、ジェットグラウト工法の技術が日本で始まったものであることは、一般に広く認識されている (Nakanishi 1974)。

実際には、1960年代後半に、岩石や岩石質材料を切削するために高速ジェットを使用した事例 (Farmer and Attewell 1965) が、日本の専門家グループに刺激を与えて地盤改良のツールとしてその利用が研究された。彼らは、地盤の中でセメント固化体を作ることを目指して、あらかじめ削孔され

たボーリング孔より硬化材を噴射し、流体により地盤を切削して、所定の位置で混合する方法を検討した。それに続く数十年間に技術は大幅に進歩し、今日では世界中で広く使われている工法となっている。現在では、ほぼ間違いなくジェットグラウト工法は最も一般的な地盤改良工法のひとつであるということはいうまでもない。

CCP工法 (Chemical Churning Pile) として知られている技術 (Miki 1973; Nakanishi 1974) の最初に特許化された技術では、化学的安定材 (薬液) が使われたが、すぐにこれらの材料はセメントミルク (セメントスラリー) に置き換えられた。JSP工法 (Jumbo Special Pile) として知られている技術の進歩版は、ジェットグラウト改良体の有効径の拡大を目指して、同グループによって数年後に開発された (Xanthakos et al. 1994)。この工法は、CCP工法におけるエネルギー損失を低減させ、その切削力をより長い距離にわたって保持させるために、セメントミルクの噴射を圧縮空気ですらうようにしたものである。

これとほとんど同時期に、後に、コラムジェットグラウト工法と呼ばれる異なるシステムが、別の専門家グループによって考案されたが (Yahiro and Yoshida 1973; Yahiro et al. 1974)、これは高速のウォータージェットで地盤を切削し、その後、下部のノズルからセメント硬化材を充填するというものであった。初期には、ノズルは回転することなく引き上げられた。つまりこの技術は、セメント固化物による垂直壁を作ることを目的としていた。

CCP工法およびジェットグラウト工法は、1970年代初頭の「ピサの斜塔の安定化に関する国際コンペティション (The International Competition on the Methods for the Stabilisation of the Pisa Tower)」の際には、欧州の会社、中でも特にイタリアの会社の注目を集めた。それは CCP工法 (株式会社 鴻池組と中西渉によって提案された) が有効な5つの解決策のなかのひとつと判断されたからである。その後、一部のイタリアの会社と CCP工法の特許権者であるニッサンフリーズ株式会社 (Nissan Freeze Company) との間で協定が結ばれ、欧州への技術の普及が始まった。

さらなる開発は、開発した日本の会社名から "Kajima" method としても知られているコラムジェットグラウト工法 (Column Jet Grout) へとつながっ

ている。この工法は、引き上げと同時に回転するロッドの下部に、水と圧縮空気が噴射される上部ノズルと、セメント硬化材を噴射する下部ノズルを備えたものである (Yahiro et al. 1975)。

これらの歴史的進化の中で、各ジェットグラウト技術の最も重要な要素は、地中に噴射される流体の種類と数である。今日、利用可能な技術は、地盤中に噴射される流体の数に応じて、単相流方式、二相流方式、および三相流方式と呼ばれる、3つの主要な噴射方式である。すなわちこれらの噴射方式は、硬化材 (通常は水セメントの混合物) のみ、硬化材・空気、および水・空気・硬化材の3つのグループに分けることができる。

当初、ジェットグラウト工法は、概して巨大構造物の基礎の地盤特性を改善する手段として適用された。1980年代には、ジェットグラウト工法は、イタリア (Garassino 1983; Aschieri et al. 1983; Balossi Restelli and Profeta 1985; Tornaghi and Perelli Cippo 1985)、ドイツ (Bell 1983; Berg and Samol 1986)、および英国 (Coomber and Wright 1984; Coomber 1985a,b) で普及してきた。その後、信頼できる地盤改良工法として欧州の中で一般に受け入れられ、その用途は、基礎、掘削、トンネル、遮水、およびアンダーピニングなど多様化してきた。

ジェットグラウト工法は、1980年代初頭に米国市場に参入したが (例えば、Langbehn 1986)、主に未知の技術に対する法的リスクの懸念 (Xanthakos et al. 1994) から「緩やかなスタート」であった (Tarricone 1994)。しかしその後、この技術は米国やカナダで好評を得た。その理由は、掘削支持、地下水遮断、汚染物質の流入防止のための底盤改良、洗掘に対する橋梁の防護、斜面の安定化、ならびに商業的および工業的環境における既存の基礎のアンダーピニングなど、数多くの困難な状況に対する実用的で費用対効果のある解決策と認められたためである。

同じ期間に、ジェットグラウト工法は、南アメリカのほとんどの国々、特にブラジルでも普及した (Guatterri et al. 1988)。現在では、ジェットグラウト工法は世界中で使われている (例えば、Fang et al. 1994a; Ryjeski et al. 2009)。

著 者

パウロ・クローチェ (Paolo Croce) は、1954 年にイタリアのナポリで生まれた。

1979 年にフェデリコ 2 世・ナポリ大学の土木工学を卒業。1982 年にコロラド大学の土木工学の修士号を取得。イタリアの南ラツィオ・カッシーノ大学の地盤工学の教授であり、ここで地盤工学および斜面安定に関するコースを現在教えている。米国土木学会 (ASCE) およびイタリア地盤工学会 (Associazione Geotecnica Italiana [AGI]) のメンバーであり、ジェットグラウトに関する指針についての AGI 委員会のメンバーである。また、地盤改良に関する欧州作業部会 (EG14 [CEN/TC 250]) の議長であり、特殊な地盤工事の実施に関する欧州委員会 (CEN/TC 288) のメンバーでもある。

アースダムやロックフィルダム、トンネル技術、基礎、土木工事、および地滑り防止に関して 30 年の専門的経験を有する。地盤工学雑誌や会議において多くの論文を発表している。

アレッシンドロ・フローラ (Alessandro Flora) は、1963 年にイタリアのリボルノにあるカンピーリア・マリッティマで生まれた。1989 年にフェデリコ 2 世・ナポリ大学の土木工学を卒業。1995 年にフェデリコ 2 世・ナポリ大学およびローマ・ラ・サピエンツァ大学から地盤工学の博士号を取得。フェデリコ 2 世・ナポリ大学の地盤工学の教授であり、現在は地盤改良および地盤工学を教えている。主要な国際的雑誌、会議記録、および書籍において発表されたおよそ 100 件の研究論文を執筆。イタリア地盤工学会 (Associazione Geotecnica Italiana [AGI]) のメンバーで、ジェットグラウトに関する指針についての AGI 委員会のメンバーである。また、以下に示す国際地盤工学会 (ISSMGE) の委員会、TC211：地盤改良 (イタリア代表) および TC301：記念建造物および史跡の保存 (事務局長) のメンバーでもある。また、地盤改良に関する欧州作業部会 (EG14 [CEN/TC/250])、

Eurocode 7)の事務局長でもある。

アースダム、大規模建造物の基礎、大規模地下掘削、トンネル、および地滑りの安定化の設計・施工において地盤コンサルタントとして関与している。

ジュゼッペ・モドーニ (Giuseppe Modoni) は、1968年にイタリアのフォッジアで生まれた。1994年にフェデリコ2世・ナポリ大学の土木工学を卒業。1999年にローマ大学およびナポリ大学から地盤工学の博士号を取得。南ラツィオ・カッシーノ大学(イタリア)の地盤工学の教授であり、現在ここで地盤工学、基礎工学、および地盤改良を教えている。主要な国際雑誌、会議記録、および書籍において発表された研究論文を執筆。イタリア地盤工学会 (Associazione Geotecnica Italiana [AGI])のメンバーである。また、ジェットグラウトに関する指針についてのAGI委員会のメンバーでもある。

橋梁や建造物の基礎、山留め架構、トンネル、および地滑りの安定化についての設計・施工における地盤コンサルタントとして活動している。

【監訳者】

古関潤一 (Junichi Koseki) : 博士 (工学), 地盤品質判定士 : 東京大学大学院工学系研究科教授 : 旧建設省勤務の後, 1994 年に東京大学生産技術研究所の助教授として着任。同所に著者の一人のジュゼッペ・モドーニ博士が 1997 年に 4 か月間滞在した際に, 礫質土の大型三軸試験と動的計測を他の共同研究者とともに実施した。2014 年より現職。

【翻訳者】

中西康晴 (Yasuharu Nakanishi) : (株) エヌ、アイ、テイ代表取締役, V-JET 協会副会長のほか, CCP 協会, RJP 協会, MJS 協会, MITS 工法協会の理事を務め, これら各種ジェットグラウト工法の開発, 改良, 普及啓蒙に携わる。本書でたびたび文献が引用されている CCP 工法の開発者中西渉は同社の創業者であり訳者の父でもある。

新坂孝志 (Takashi Shinsaka) : 博士 (工学), 技術士 (建設部門 : 土質及び基礎), 土木学会上級土木技術者 (地盤・基礎), 地盤品質判定士 : 三信建設工業 (株) 九州支店 副支店長 : 同社では, 技術開発, 設計, 施工の各部門を経たのち技術本部において地盤改良工法, 補強土工法の研究・開発業務や技術支援業務に携わる。2018 年技術本部副本部長。2019 年より現職。

大沢一実 (Kazumi Osawa) : 技術士 (建設部門 : 土質及び基礎) : 前 三信建設工業 (株) 代表取締役社長。現 (株) アクティオホールディングス シニアフェロー。前職では主に地盤改良工法の施工部門, 技術開発部門に従事し, 2001 年～2007 年日本ジェットグラウト協会技術委員長を務め, ジェットグラウト工法の普及啓蒙や技術向上に携わる。

軟弱地盤改良技術
ジェットグラウト工法
技術・設計・管理

定価はカバーに表示してあります。

2020年10月1日 1版1刷発行

ISBN978-4-7655-1872-7 C3051

著 者 パウロ・クローチェ
アレッサンドロ・フローラ
ジュゼッペ・モドーニ

監 訳 者 古 関 潤 一
訳 者 中 西 康 晴
新 坂 孝 志
大 沢 一 実

発 行 者 長 滋 彦

発 行 所 技報堂出版株式会社

〒101-0051 東京都千代田区神田神保町1-2-5

電 話 営 業 (03)(5217)0885

編 集 (03)(5217)0881

F A X (03)(5217)0886

振替口座 00140-4-10

U R L <http://gihodobooks.jp/>

日本書籍出版協会会員
自然科学書協会会員
土木・建築書協会会員

Printed in Japan

© Junichi Koseki, 2020

装幀 ジンキッズ 印刷・製本 愛甲社

落丁・乱丁はお取り替えいたします。

JCOPY 〈出版者著作権管理機構 委託出版物〉

本書の無断複写は著作権法上での例外を除き禁じられています。複写される場合は、そのつど事前に、出版者著作権管理機構（電話：03-3513-6969、FAX：03-3513-6979、e-mail: info@jcopy.or.jp）の許諾を得てください。