

地下水排除工のボーリング施工実態に関するアンケート調査 (その1：施工編)

阿部大志* 武士俊也** 神山嬢子*** 藤澤和範****

1. はじめに

地すべり対策において広く用いられる横ボーリングや集水井での集水ボーリング（以下、地下水排除ボーリングと称す）工の孔曲りや漏水の実態を明らかにすることを目的として、土木研究所地すべりチームと民間8社（(株) アクアコントロール、(株) 東建ジオテック、(株) 宇部建設コンサルタント、鉦研工業（株）、(株) エスイー、日本基礎技術（株）、鹿島建設（株）、フリー工業（株））にて「地すべり地における地下水排除ボーリング工の排水性能調査」に関する共同研究を実施している。

本報告では、地下水排除ボーリング工の施工経験のある現場技術者を対象に、施工、孔曲りおよび保孔管の実態調査を目的として平成21年10月に実施したアンケートにおいて施工および孔曲りの調査結果を報告する。

2. アンケートの対象

アンケートの対象は、地すべり地における地下水排除ボーリングの施工実態を効率的に把握するためにこれらの施工に従事された経験者、いわゆる現場代理人およびボーリングマシン（以下、マシンと称す）のオペレーターとして、アンケートを配布した。

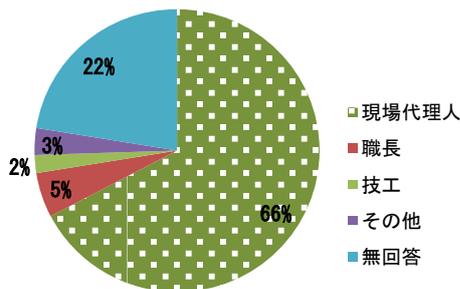


図-1 回答者の職種 (回答者数176人)

図-1はアンケート回答者（以下、回答者と称す）の職種である。なお、アンケートの配布は、社団法人斜面防災対策技術協会および社団法人全国地質調査業協会連合会を通じて行った。その結果、土木研究所に寄せられたアンケート回答は176であった。

回答者の現場経験年数の分布は図-2のとおりである。無回答を除いた回答者の現場経験の平均年数は、約20年であった。

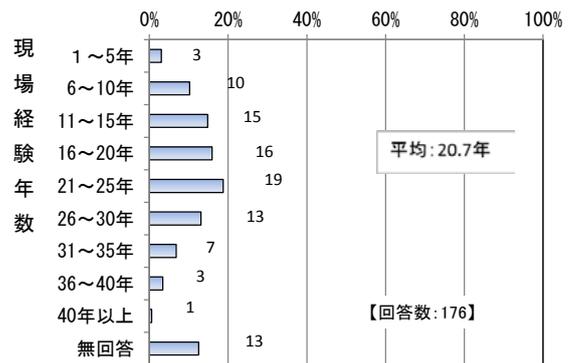


図-2 アンケート調査票回答者の現場経験年数

回答者が地下水排除ボーリングでよく使用するマシンおよび主要メーカーと機種を図-3に示す。

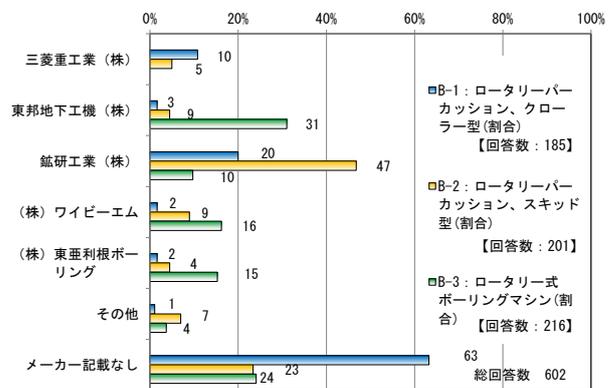


図-3 地下水排除ボーリングで使用するマシン

回答者によって複数のマシンを使用することもあり回答数は回答者数よりも多い。メーカーごとに用いられているロータリー式、ロータリーパーカッションの機種の違いはあるが、無回答も含めた現場で使用しているマシンの割合は、ロータリー式に対してロータリーパーカッションは約2倍である。

3. 施工に関するアンケート

回答者の経験している地下水排除ボーリングについて、①地下水排除ボーリング一本あたりの長さ（以下、削孔延長と称す）、②削孔径、③削孔勾配、④削孔方向角および平面配置、⑤指針に対する現場の感覚についてアンケートした。

(1) 削孔延長

地下水排除ボーリングの現場で頻度の多い削孔延長と最長の削孔延長について図-4および図-5に示した。

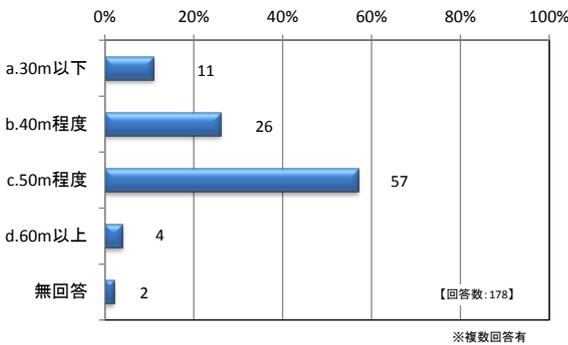


図-4 地下水排除ボーリングの削孔延長の頻度

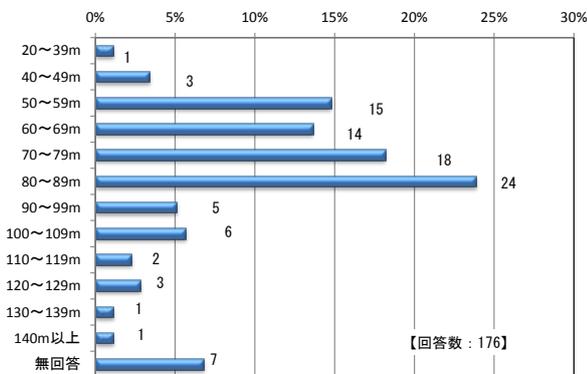


図-5 最長の削孔延長

頻度の多い削孔延長は50m程度であるが、最長の削孔延長の回答は100mを超えているものが見られた。これら延長が100mを超える回答については、回答者に直接聞き取りしたところ、急峻な

地形の山間部で、離れた場所からのボーリングとなったことや各種処分場の敷地との位置関係、機械搬入が出来ない、搬入の仮設に費用が増す等、現場の土地条件によるものが多かった。このような特例を除けば、これらの削孔延長は50m程度であるが、現場では50m以上のものもあると考えられる。

(2) 削孔径

図-6および図-7に施工頻度の高い削孔径とこれらを当初設計から変更する場合の理由を示した。

図-6において回答者の約7割は、φ90mm程度の削孔径が多い。これらは、工事積算の標準削孔径に由来していると考えられる。ロータリーパーカッション式のマシンの削孔径はφ90mmが標準であり、一方、ロータリー式のマシンの削孔径はφ66mmである。使用しているマシンの回答に占める割合と類似した傾向を示していることがうかがえる。

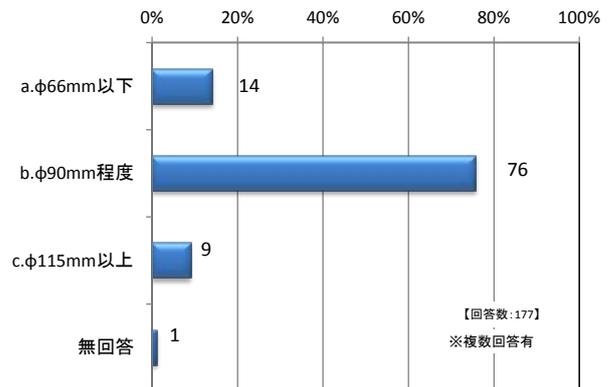


図-6 地下水排除ボーリングの削孔径の頻度

削孔径を当初設計から変更した理由は、玉石などの孔曲りしやすい地質が分布することや孔内事故防止や削孔延長が長いことであることが多い(図-7)。変更理由のその他の記事としては、①削孔時のスライムの排出を良くするため、②アンカーでの作業で使用する削孔径は比較的φ115mmが多く繁忙期などに錐具(ツール)を交換する時間が無いため、③設計における保孔管の外径と削孔径(ケーシング内径)のクリアランスが少ないのでケーシング抜管時にパイプの共上がり※が懸念されたためという回答があった。

表-1は変更した削孔径を示しているが、φ90mmからφ115mmへの変更が約半数を占めている。

※土木用語解説：共上がり

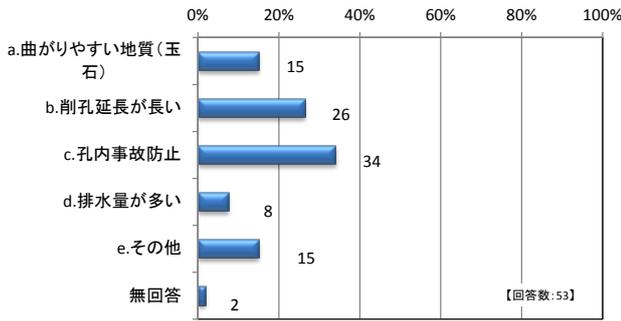


図-7 削孔径の変更理由

表-1 変更した削孔径

当初設計	→ 変更径	回答数
Φ50mm	→ Φ75mm	1
Φ66mm	→ Φ86mm	1
Φ66mm	→ Φ88mm	1
Φ66mm	→ Φ90mm	4
Φ66mm	→ Φ115mm	1
Φ66mm	→ Φ130mm	1
Φ86mm	→ Φ90mm	1
Φ90mm	→ Φ115mm	18
Φ90mm	→ Φ118mm	1
Φ90mm	→ Φ122mm	1
Φ90mm	→ Φ135mm	2
Φ90mm	→ Φ450mm	1
Φ110mm	→ Φ130mm	1
Φ90mm	→ Φ66mm※	3
Φ115mm	→ Φ90mm※	1
合計		38

※削孔径を下げた

(3) 削孔勾配

施工頻度の高い削孔勾配は、図-8のとおり約9割近くが仰角5°と回答している。

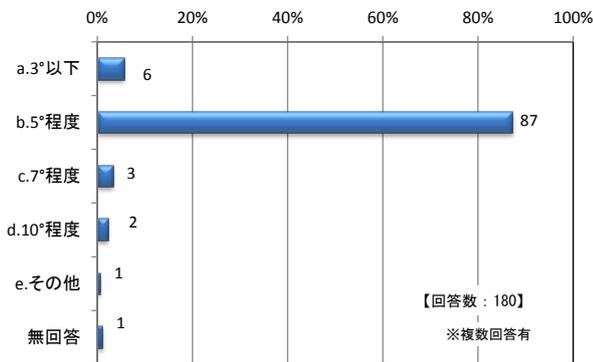


図-8 地下水排除ボーリングの削孔勾配の頻度

(4) 削孔方向角および平面配置

地下水排除ボーリングの方向角および平面配置の回答を図-9に示す。回答の約5割は「先端間隔5～10m」での施工であり、次に「扇型に5～10°程度の間隔」が3割程度である。

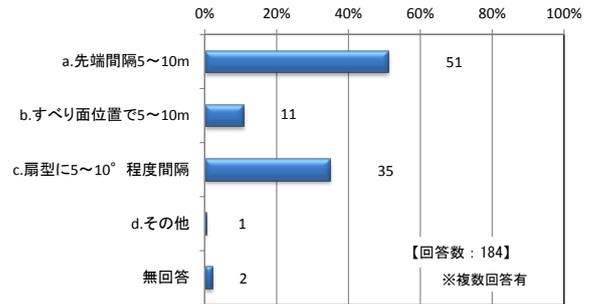


図-9 施工頻度の多い方向角および平面配置

(5) 現行指針に関する現場の感覚

現場では現行の指針^{1),2),3)}における削孔延長、削孔勾配、削孔径に対してどのように思っているかの回答を図-10に示す。

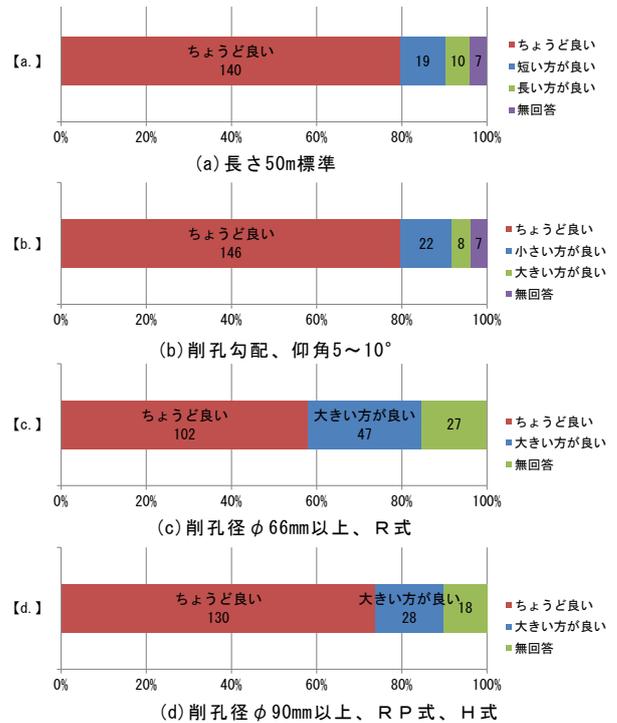


図-10 指針に対する現場感覚

(RP：ロータリーパーカッション、R：ローラー、H：ハンマー)

削孔延長および削孔勾配については8割がちょうど良いという回答である(図-10(a),(b))。一方、削孔径については、ロータリー式とロータリーパーカッション式ごとにマシンによって分けて図-10(c),(d)に示している。ロータリー式のマシンでは大きい削孔径の方が良いという回答も多く寄せられている。これは、孔曲りや孔内事故を配慮しているためと考えられる。

ロータリーパーカッションによる削孔延長40m

までなら削孔径φ90mmでよいが、これ以上の場合、ケーシングが折れる確率が高くなることからφ115mmがよいという具体的な意見も見られた。

4. 孔曲りに関するアンケート

孔曲りとは、直線状にボーリングを掘ろうとしたときにその方向から曲って孔ができあがることを言う。この際に曲りが大きくなると、ロッドを押し引きする作業でツールが座屈しやすくなる。

孔曲りで苦労した経験の有無についての回答を図-11に示す。回答者の約8割以上が孔曲りを経験していることがわかる。一方、孔曲り時に現場技術者の遭遇する状況は図-12のとおりであるが、①保孔管が挿入できない。②予定の排水ができない。③他の構造物を傷つける。というトラブルを生じていることがわかる。

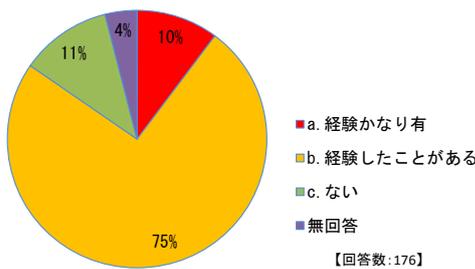


図-11 施工現場で孔曲りして苦労した経験の有無

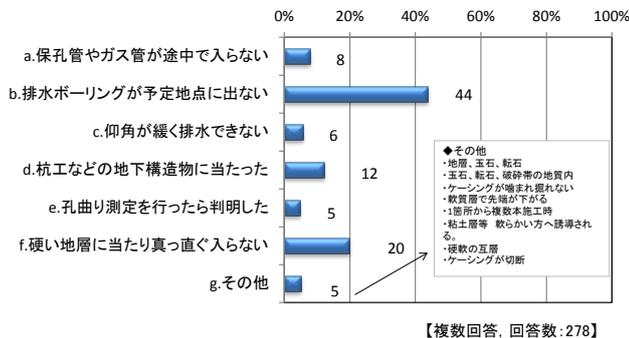


図-12 孔曲り時に現場技術者の遭遇する状況

回答者すなわち現場技術者の想定する孔曲りの原因は図-13のとおりであり、回答の半分は地質および地質構造であるとされる。

他方、削孔方法や削孔径、マシンの据え付けについても原因があるとされた。施工する際には、施工条件によりボーリングマシンを直接もしくはは

足場等を仮設して機械を設置して作業を行うが、これらの作業の過程においてマシンの固定や足場の強度が不十分であったため足場等が施工中で変形するなどの理由で孔曲りが発生したという回答がみられた。また、回答数は少ないが測量誤差に原因があるという回答もあった。

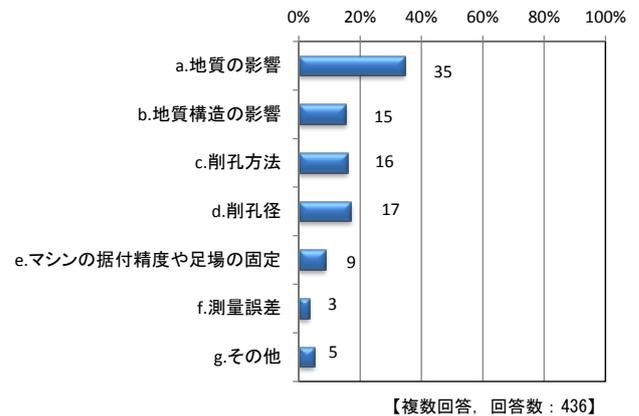


図-13 現場技術者の想定する孔曲りの原因

地質、地質構造、削孔方法、削孔径について各々の影響について図-14に示す。

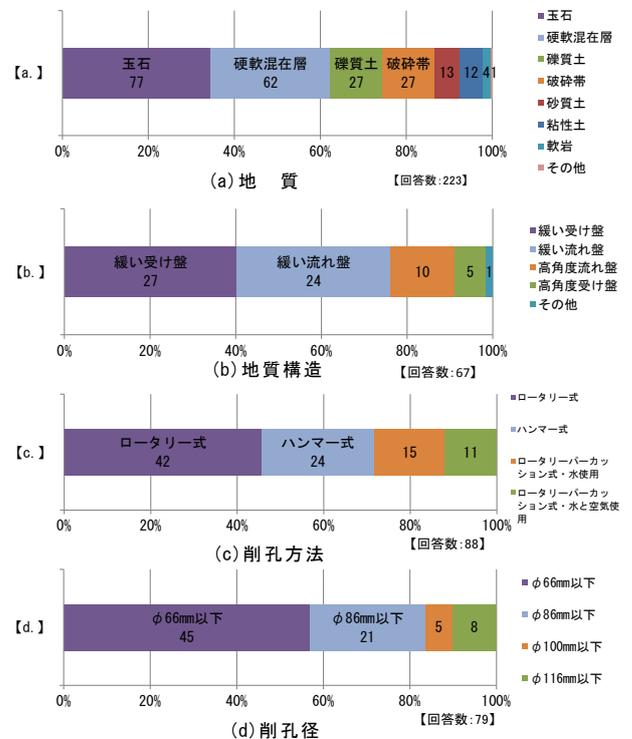


図-14 孔曲りに影響する原因

孔曲りしやすい地質では、「玉石」、「硬軟混在層」で6割を占めている(図-14(a))。地質構造では「緩い受け盤」、「緩い流れ盤」の回答が合わせて7割

を超えている（図-14(b)）。削孔方法ではロータリー式のマシンにより孔曲りすると考えられているのが約4割であり、削孔径については比較して小さいφ66mmの削孔径が孔曲りに影響するという回答である。

図-15は、孔曲りが少なくなる工夫をしたことがあるかに対する回答である。回答者の9割は孔曲り抑制の工夫をしており、その内容と割合は図-16のとおりである。孔曲りへの工夫で多いものは「ゆっくりと掘る」ことであり、次いで「地質に合ったビットを使用する」である。

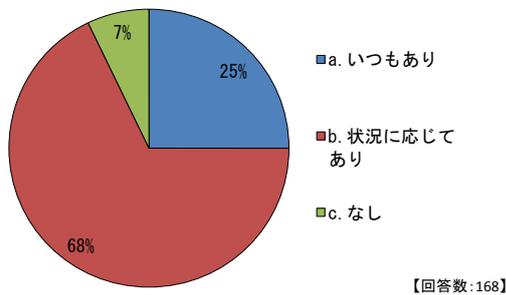


図-15 孔曲りを少なくする工夫の有無

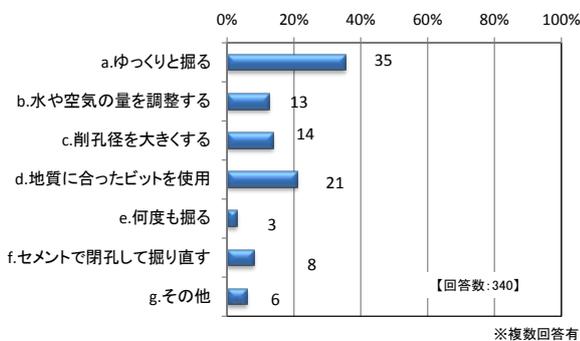


図-16 孔曲り抑制の工夫

5. まとめ

(1) 施工

施工一般については、次のようにまとめられる。
 ①削孔延長は50m程度の施工が多い。
 ②削孔径についてはマシンによって異なるがφ90mm程度が多い。
 ③削孔径を当初のものより大きい径に変更する理由は孔内事故防止であることが多い。
 ④削孔方向角および平面配置は先端間隔5～10m施工が多い。これは、現行指針^{1),2),3)}での設計であることによると考えられる。現行指針に関する現場の施工作業については、削孔延長、削孔勾配、ロー

タリーパーカッション式の削孔径については適切であると考えられているが、ロータリー式のマシンに対する削孔径（φ66mm）については孔曲りや孔内事故などのトラブルの回避に配慮して大きいものが良いと考えられている。

(2) 孔曲り

アンケート結果から孔曲りの原因を次のように分けてまとめる。

1) 自然的要因

孔曲りの原因とされる地質は①玉石、②硬軟混合層、③礫質土、④破碎帯であった。地質構造については、①緩い受け盤、②緩い流れ盤という結果で、これらは、削孔勾配と近い地層傾斜で孔曲りが発生しやすいことを意味している。

2) 機械的要因

小さな削孔径ほど孔曲りの発生が多い傾向にあった。これはマシン選定を孔曲りの要因にあげた回答のなかで、ロータリー式ボーリングマシン使用時の発生が最も多かったことに起因する。

また、マシンの固定が不十分で、足場が施工途中で変形するなどの理由で孔曲りが発生したという回答があった。

3) 人為的要因

ボーリングにおいて、削孔精度に影響を与える操作要素は、①給圧、②回転数、③送水量・送水圧、④ビットの選定等であり、アンケートで孔曲りを少なくするための工夫をしたことがあるとの回答は9割以上である。このことは、現場のオペレーターや現場管理者の技量が孔曲りの防止に大きいことを示唆している。

具体的な工夫の主な内容としては、①ゆっくりと掘る、②地質にあったビットの使用、③水や空気の量を調節することであり、経験に基づく対応がうかがえた。

6. おわりに

地下水排除ボーリング施工のアンケート調査から施工と孔曲りの項目について結果を報告した。これらアンケート調査結果がより安全で確実な施工等への技術開発の基礎データとなることを期待する。なお、排水ボーリングも含めたアンケート調査の詳細については平成23年度中に共同研究報告書およびノウハウ集にとりまとめる予定であ

る。さらに研究成果はアンケート調査のほかに孔曲り調査^{4),5)}等の結果も含め「地すべり対策のライフサイクルコストの評価及びアセットマネジメントの研究」に関連したガイドライン案に反映される予定である。

謝 辞

アンケートの配布に協力頂いた社団法人斜面防災対策技術協会および社団法人全国地質調査業協会連合会および回答者には8頁、20項目という内容のある調査票に回答頂きました。ここに記して感謝いたします。

参考文献

- 1) 建設省河川局、社団法人日本河川協会：改訂新版建設省河川砂防技術基準(案)同解説設計編【Ⅱ】、山海堂、1997.
- 2) 国土交通省砂防部、独立行政法人土木研究所：地すべり防止技術指針及び同解説、社団法人全国治水砂防協会、2009.
- 3) 社団法人日本道路協会：道路土工切土工・斜面安定工指針、2009.
- 4) 武士俊也、阿部大志：地下水排除工の孔曲がりの実態調査、土木技術資料、第53巻、第4号、pp.47～49、2011.
- 5) 武士俊也、阿部大志：地すべり対策における地下水排除工の保孔管の性能評価、土木技術資料、第53巻、第6号、pp.54～55、2011.

阿部大志*



独立行政法人土木研究所
つくば中央研究所土砂管理研究グループ地すべり
チーム 研究員
Taishi ABE

武士俊也**



独立行政法人土木研究所
つくば中央研究所土砂管理研究グループ地すべり
チーム 上席研究員
Toshiya TAKESHI

神山嬢子***



国土交通省河川局砂防部
砂防計画課 (前 独立行政
法人土木研究所つくば中
央研究所土砂管理研究グ
ループ地すべりチーム研
究員)
Joko KAMIYAMA

藤澤和範****



株式会社高速道路総合技術
研究所 (前 独立行政法人土
木研究所つくば中央研究所
土砂管理研究グループ地す
べりチーム上席研究員)
Kazunori FUJISAWA