

## (S4-1) 土壌汚染の調査・対策現場で生じる不具合事例の収集とその活用法の検討

○渡部貴史・山澤 哲・足立吉宏・中舘 健・富田 誠  
 (社)土壌環境センター・技術者向け現場管理ハンドブック部会

### 1. はじめに

土壌・地下水汚染の調査・対策業務を的確に行うには、地質・土木・化学など多岐にわたる知識と、多くの経験が必要とされる。特に現場で業務を進めるにあたっては、現場監督者や作業者の知識や経験不足が要因となり、様々な不具合に遭遇することも少なくない。土壌・地下水汚染の調査・対策業務はその性格上、不具合の内容によっては、調査・対策工事の品質、安全の確保が損なわれるだけでなく、周辺環境への影響も懸念されるため、それらの不具合を減少させ品質と安全を保つためには、現場監督者および作業者の土壌・地下水汚染調査・対策への理解を深めることは肝要である<sup>1)</sup>。

著者らは、土壌・地下水汚染の調査・対策業務の現場で生じる不具合に着目し、①日常の現場教育で簡単に使用出来る絵解きで分かり易いハンドブックを作成して現場監督者に提供すること、②知見の増加及び技術の進歩に伴ってハンドブックを更新すること、③この作業を通して技術の継承を行うこと、を目的として、土壌環境センター技術委員会の「技術者向け現場管理ハンドブック部会」として活動を進めてきた<sup>1)</sup>。

その活動の結果、著者らは、現場で起こり得る不具合事例を収集・整理し、これに対応する「不具合事例シート」、「KY シート」、そしてこれらを検索・閲覧するための「ホームページ」を作成した<sup>2)</sup>。作成したホームページは現在、プレー一般公開として2010年6月末までの期間限定で一般公開を実施中である。プレー一般公開にあたっては、アンケートコーナーより広く利用者の意見を募集している。

本発表では、これまでに著者らが行ってきた土壌・地下水汚染の調査・対策業務への理解を深めるための検討事項と、そのために不具合事例を減らすために作成した「不具合事例シート」、これに対応する「KY シート」およびこれらの検索・閲覧が可能な「技術者向け現場管理ハンドブックホームページ」を紹介するとともに、これらを一般公開して得られたアンケート結果等を取りまとめて紹介する。

### 2. 調査・対策工事従事者と不具合事例の実態調査

#### 2.1 監督者・作業者の実態調査結果

現場で実際に起きている不具合にはどのようなものがあるか、またその原因は何か検討するために、土壌環境センター会員企業で調査・対策工事に携わる現場監督者および作業者を対象に実態調査を実施し、実際に経験した不具合事例を収集した。表-1に実態調査の結果を示す。

調査の結果、監督者・作業者ともに、工事が土壌・地下水汚染の調査・対策に関わるものと認識している一方(設問1、2より)、その留意点の作業者への周知には不安があること(設問3より)、作業者向けのわかりやすい教育資料として適切なものがあまりないこと(設問4、5より)等が、不具合事例に結びつきやすいと考えられていることが明らかとなった。

表-1 実態調査結果

設問	調査工事		対策工事	
	監督者 (N=7)	作業者 (N=32)	監督者 (N=10)	作業者 (N=20)
1.この調査・対策工事が土壌・地下水汚染対応のものであることを知っているか?	100%	100%	90%	100%
2.土壌・地下水汚染の調査・対策工事の作業を実施するにあたって注意していることはあるか?	100%	100%	90%	95%
3.調査・対策工事の作業を実施するにあたって、元請会社、工事監督者から具体的な注意の説明はあったか?	100%	81%	90%	55%
4.作業を実施するにあたり、土壌・地下水汚染の調査・対策工事の注意事項が分かる資料を見たことがあるか?	71%	78%	60%	65%
5.4で「はい」と答えた方は、その内容をよく覚えているか?	71%	67%	40%	55%

((社)土壌環境センター:若手技術者によるテーマ検討部会2期生平成16年度成果報告書より)  
 ※比率は「はい」と答えた方の比率を示す。

Collection of flaw cases concerned with site works at contaminated sites  
 and consideration of best use of those cases for field engineers.

Takashi Watanabe, Akira Yamazawa, Yoshihiro Adachi, Takeshi Nakadate, Makoto Tomita

GEPC the working group on Hand book for field engineers

連絡先: 〒102-0083 東京都千代田区麹町 4-2 土壌環境センター

TEL 03-5215-5955 FAX 03-5215-5954 E-mail info@gepc.or.jp

## 2.2 収集した不具合事例の要因

収集した 102 事例について、その不具合内容を工種別に分類した件数を図-1 に、それら不具合の要因ごとに大別した比率を図-2 に示す。

図-1 から、調査業務においては試料採取、対策業務においては対策の前工事となる解体工事、安全については保護具に関するものが不具合事例として多い結果となった(図-1)。調査業務については、初歩的な事例も多く収集されたが、これは土壌汚染対策法で詳細にその手法が規定されていることから、不具合が露見しやすいためと考えられた。

一方、対策業務では解体工事中の不具合が多く見られたが、これは、土壌・地下水汚染対策業務と一般の解体工事との違いを周知できなかったためと考えられた。

安全については保護具に関するものがほとんどで、これも通常の工事で使用される保護具と、土壌・地下水汚染の調査・対策業務で使用される保護具の違いを周知できなかったためと考えられた。

以上の不具合事例について、作業員・監督者のミスに起因する「人的要因」、大雨や台風等に起因する「自然現象的要因」、資材や機械に起因する「設備的要因」の 3 種に分類し、比率で示した(図-2)。調査・対策・安全のいずれの工種でも、不具合の要因としては「人的要因」が圧倒的に多い結果となった。現場監督者や作業員が一般の調査・工事業務と土壌・地下水汚染の調査・対策業務との違いを十分認識していないために生じた不具合がほとんどであることが示唆された。

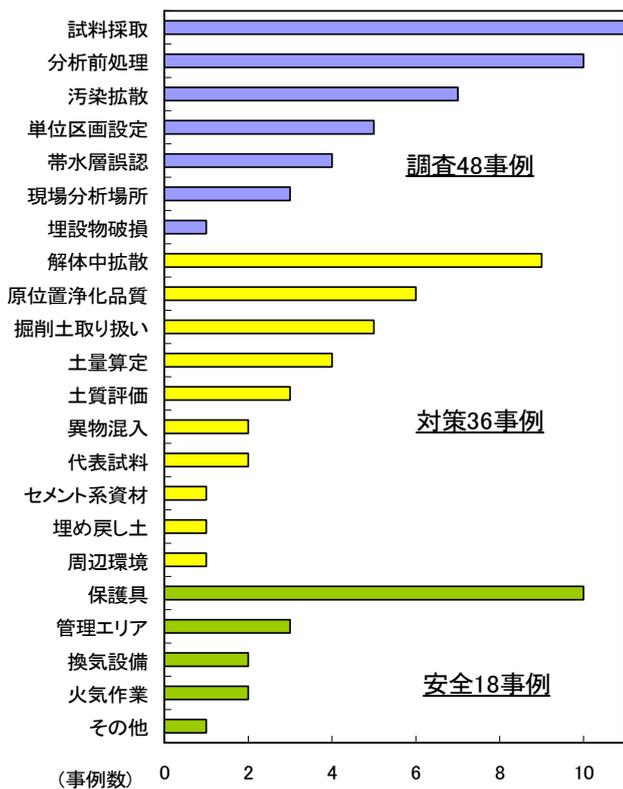


図-1 収集した事例の分類結果

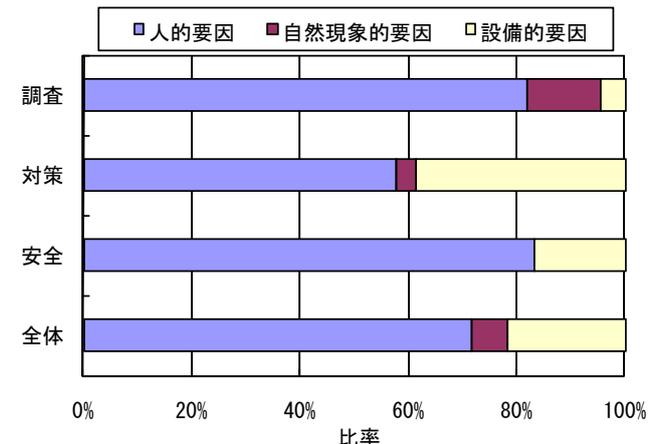


図-2 不具合の要因比率

## 2.3 実態調査のまとめ

これまでの実態調査から得られた結果をまとめると以下ようになる。

- ①現場監督者や作業員が、土壌・地下水汚染実務に関する留意点を十分に理解、把握できていない。
- ②現場ごとに参考としている既存の出版物等は、土壌・地下水汚染の調査・対策業務の実務経験者向けのものが多く、一般的な地質調査や土木工事を主としてきた監督者が、新たにその内容を十分理解するには難解である。
- ③土壌・地下水汚染の調査・対策業務において、監督者が作業員に対してその留意点を指導しようとする際に利用できる分かりやすい資料が少ない。
- ④不具合の要因としては、「人的要因」による事例が圧倒的に多く、不具合を減らし品質向上を図るためには、業務に関わる担当者への教育と、そのための資料が有用と考えられる。

以上が不具合を減らすための課題であり、監督者が土壌・地下水汚染調査対策業務において特に留意すべき事項を理解し、作業員に分かりやすく適切に周知するための助けとなる資料が必要であると考えられた。

## 3. ハンドブックの取りまとめ

これまでの検討結果から、これら不具合を減らし、品質の向上と安全の確保のためには、『日常の現場教育で

そのまま使用出来るような、視覚的で分かり易いハンドブックを作成し、Web上で閲覧できる形で現場監督者に提供する。』ことが有効であると結論付け、Web上で閲覧できるハンドブックを作成した。Web上で公開することで、①現場でも閲覧が可能である。②業務に応じて必要な事例を容易に検索・抽出できる。③法規制や技術の進歩等に応じた更新修正が可能である、等の利点がある。

ハンドブックは、「不具合事例シート」とそれに対応する「KYシート」、これらを検索・閲覧するためのホームページからなる。不具合事例シートとハンドブックの活用方法を以下に述べる。

### 3.1 不具合事例シート

これまでに収集した102事例と、著者らの経験等から作成した事例のうち、80事例について不具合事例シートを作成した。事例数は、調査業務が32事例、対策工事が32事例、安全関連が16事例となった。

事例の作成にあたっては、必ずしも実際に生じた事例のみではなく、また経験を積んだ技術者から見れば非常に初歩的である不具合についてもあえて作成した。

作成した不具合事例シートの一例を図-4（次ページ）に示す。このシートは、主に現場の管理・監督、計画の立案に携わる技術者を対象とした資料である。生じた不具合の内容をイラストと文章で平易に解説し、不具合に対応するための予防措置と応急措置についてA4シート1枚にまとめた。計画者は、作業内容に応じた事例を事前に閲覧することで、起こりえる不具合を想定し、予防に役立てることが可能となる。

不具合事例シートには、不具合の解説とともに、「予防措置」、「応急措置」、「その他、留意事項」について記載し、事前・事後の対応に役立つように配慮した。各項目の具体的な内容を以下に示す。

『予防措置』：不具合を予防するために、計画者・監督者・作業者が取るべき事項。

『応急措置』：仮に不具合が起きてしまったときに、現場ですみやかに取れる処置。

『その他、留意事項』：事例に関連する事項や、予防につながる他の方法、類似した不具合など。

### 3.2 KYシート

KYシートは、不具合事例シートと一組のシートで、主に現場で施工に携わる技術者、作業者を対象としたシートである。監督者が不具合事例シートで確認した内容を、朝礼やKY活動時に作業者に対して周知、啓蒙することを想定したもので、イラストにより事例を平易に解説し留意点について考えることができるA4シート1枚にまとめた（本稿には未掲載。土壤環境センター会員はホームページから閲覧可能）。

### 3.3 ホームページ

上記の不具合事例シートおよびKYシートを一括して検索できるホームページを作成した。ホームページでは、「工種」、「フェーズ」、「対象汚染物質」のカテゴリーと任意のキーワードによる事例の検索ができる構成とした。ホームページの一部を図-3に示す。ホームページには、現在80事例（調査32、対策32、安全16事例）が掲載されている（2010年2月現在）。

「フェーズ」は“計画中”と“作業中”の2項目からなる。“計画中”は立案者や監理者が着工前に確認しておくのが望ましい項目で、立案時に確認を怠り、想定と異なる現場状況により生じた不具合事例を対象とし、“作業中”とは、現場作業が既に着手されている場合に確認しておくことが望ましい項目で、作業中に生じた不具合を対象とした。対象汚染物質については有害物質の種類によって調査・対策手法が異なることから、有害物質の種類による不具合のおそれと予防方法の違いについて確認できる。

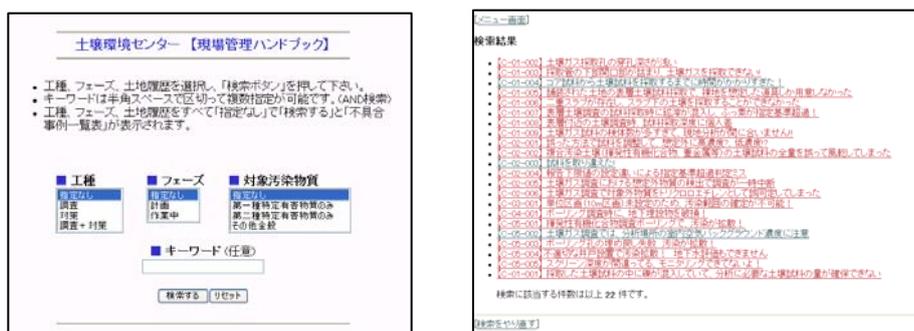


図-3 ホームページの検索画面（左）と検索された事例リスト（右）

## 不具合事例

整理番号 C-05-001

タイトル	揮発性有機化合物調査ボーリングで、汚染が拡散！		
工種	<input checked="" type="checkbox"/> 調査 <input type="checkbox"/> 対策	フェーズ	<input type="checkbox"/> 計画 <input checked="" type="checkbox"/> 作業中
対象汚染物質	第一種・第二種特定有害物質		
土地履歴	<input checked="" type="checkbox"/> 宅地 <input checked="" type="checkbox"/> 工場跡地 <input checked="" type="checkbox"/> 特定有害物質使用工場 <input type="checkbox"/> その他		
説明図	<p style="text-align: center;">「覆水盆に返らず / 落とした汚染は戻らない」</p>		
作業内容	詳細調査、地下水調査、あるいは土質調査		
使用機器	ボーリングマシン		
不具合事項			
<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 土壌調査では一般的に、オールコアボーリングにより土壌試料を採取しながら 1m 毎に掘り進む。</li> <li>・ そのため、1m 毎の掘削時に層厚の薄い難透水層をつき抜いてしまい、その結果、下層へ揮発性有機化合物 (VOC) 汚染を拡散させてしまった。</li> </ul>			
予防措置(計画者・監督者・作業員)			
<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 揮発性有機化合物汚染の存在が確認、あるいは懸念されている場合、帯水層の底を掘進する場合は、原則としてケーシング等の遮水作業を併用する。</li> <li>・ 難透水層分布の事前調査を徹底する。(汚染がないと想定される箇所地質調査ボーリングを実施するなど。)</li> <li>・ 難透水層の機能を損なわないように注意しながらボーリング作業にあたることも重要である。</li> <li>・ 観測井、揚水井設置の際にも同様に注意を要する。</li> </ul>			
応急措置			
<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 直ちにベントナイト、セメントミルク等によりボーリング孔を埋戻し、確実に遮水することが有効である。</li> <li>・ その後、汚染の拡散状況を確認した上で浄化や拡散防止の検討に移る。</li> </ul>			
その他、留意事項			
<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 難透水層の厚さが薄い場合でも汚染物質の下層への拡散を防止している場合があり、不用意に貫通すると下層の汚染を引き起こす可能性があるため注意が必要である。</li> <li>・ 揮発性有機化合物は水より比重が重く (ベンゼンを除く)、下層の帯水層が被圧されている場合にも汚染は拡散する。</li> </ul>			
関連法規等、出典	土壌汚染対策法, 土壌汚染と対応の実務		
キーワード	揮発性有機化合物, 第一種特定有害物質, 地下水, 難透水層, ケーシング		
発生頻度	<input type="checkbox"/> 多 <input checked="" type="checkbox"/> 中 <input type="checkbox"/> 少	重大性	<input type="checkbox"/> 致命的 <input checked="" type="checkbox"/> 重大 <input type="checkbox"/> 軽微

図-4 不具合事例シートの例

#### 4. プレ一般公開の実施

##### 4.1 目的

作成したホームページを2008年6月から土壤環境センター会員企業向けに公開・運用してきた。本ハンドブックは最終的に土壤環境センターの会員企業以外にも公開し、土壤・地下水汚染の調査・対策業務の品質向上に資することを目標としている。一般公開するにあたり、会員企業以外からも広く意見を集め、不具合の実態を把握し、ハンドブックをより有用で完成度の高いものとするために期間限定（2010年6月末まで）で一般公開（以下、プレ一般公開）を実施している。ハンドブックの閲覧は、(社)土壤環境センターホームページから登録を行い、IDを取得後に閲覧可能である。

##### 4.2 公開結果（中間報告）

プレ一般公開の結果、本稿執筆時点（2010年3月3日）で378名の登録があった。現在、閲覧希望者に対してアンケート調査への協力を依頼している。ここでは本稿執筆時点までに回答いただいたアンケート結果（回答者数37）の概要を示し、本発表では中間取りまとめ結果を報告したい。

図-5にアンケート回答者の土壤・地下水汚染の調査・対策業務の経験件数の分布、図-6にアンケート回答者の業種を示す。当初、ハンドブックは土壤・地下水汚染の調査・対策業務の経験が浅い、若い技術者を対象に作成したが、実際の閲覧者は経験件数は5件未満から100件以上までほぼ均等に分布する結果となった。また回答者が所属する業種は、建設、調査・測量、分析、コンサルタント業がほぼ同じ割合で9割を占め、業種による偏りはなかった。なお、このうち指定調査機関は76%であった。

プレ一般公開している78事例のうち、回答者が閲覧した事例について、不具合の発生しやすさについて4段階の評価をいただき、それぞれの回答者の経験件数を加味した重み付けを行った結果を図-7に示す。4段階の内容は、以下の通りである。

A:実際に経験したことがある

B:経験したことはないが、聞いたことがある

C:経験、聞いたことはないが発生する可能性がある

D:不具合として想定できない



図-5 閲覧者の経験件数分布

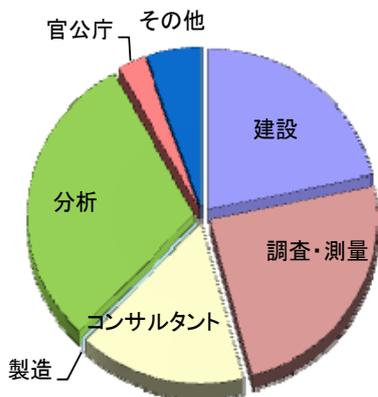


図-6 閲覧者の業種分布

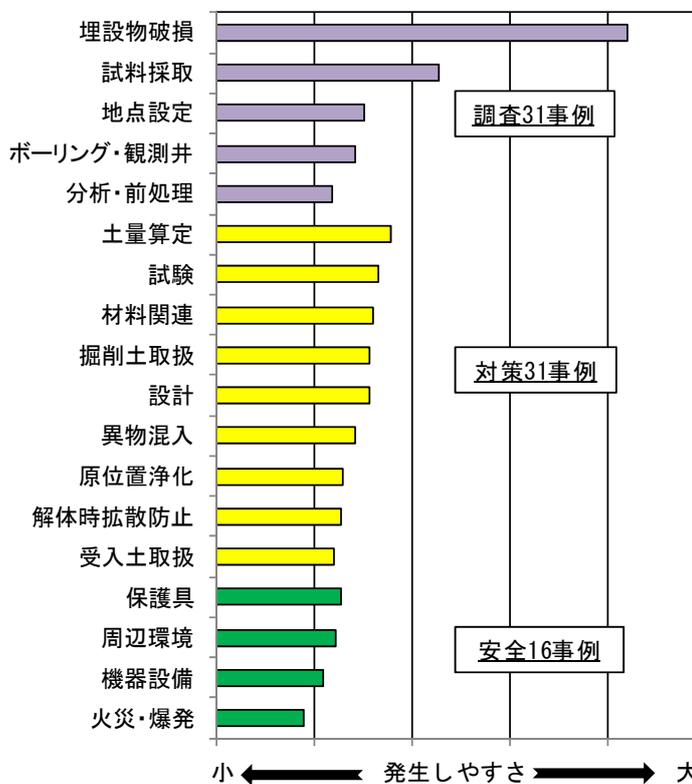


図-7 工種別の不具合の発生しやすさ

図7の縦軸は調査・対策・安全の工種を示し、横軸は発生しやすさを示す（無単位）。調査では埋設物破損や試料採取に関連して、対策においては土壌掘削の際の掘削土量算定において、閲覧者が不具合を実際に経験した、または不具合が発生しやすいと考えていることが示された。

## 5. まとめと今後の課題

土壌・地下水汚染の調査・対策業務の現場で生じる不具合は、ほとんどが人的要因によるものであり、この業務に特有な留意点やその認識不足が原因となっていることが、これまでの調査により示された。著者らは不具合の発生を減らし、業務の品質と安全を確保するために、現場監督者や作業者にとって有用と考えられるハンドブックを作成し提供してきた。ハンドブックがさらに活用され、本取り組みが土壌・地下水汚染の調査・対策業務の品質向上に貢献できれば幸甚である。

今後は、2010年1月から実施しているプレ一般公開で得られた意見やアンケート結果を取りまとめ、最終的に実施する予定である一般公開に向けて、現在公開しているハンドブックをより充実させ、活用しやすいものとしていきたいと考える。

## 参考文献

- 1) (社)土壌環境センター技術委員会 技術者向け現場管理ハンドブック事業（2009）：自主事業報告書。
- 2) 渡部貴史（2009）：事業報告 調査・対策現場で起こりうる不具合事例の収集と活用—技術者向け現場管理ハンドブックの紹介—，土壌環境センター技術ニュース，16号，pp.32~42。