

# 安全・安心社会実現へ 活躍の場広がる セメント系固化材

嘉門 雅史 京都大学名誉教授

(セメント協会地盤改良マニュアル改訂編集委員会委員長)

金城 徳一 セメント協会セメント系固化材  
普及専門委員会委員長

(同編集委員会委員)

近藤 秀貴 セメント協会セメント系固化材  
技術専門委員会委員長

(同編集委員会委員)

セメント系固化材の需要は700万トンの程度に達し、頻発する災害からの復旧あるいは防災・減災への取り組みに対し、今後も重要な役割を果たしていくことが期待されている。セメント協会は当初は認知度向上のため、近年では適切な地盤改良実現のために『セメント系固化材による地盤改良マニュアル』(以下、地盤改良マニュアル)を発行、これまで3回改訂を行っている。第4版発行から1年が経過。同書やセメント系固化材の役割などを、改訂編集委員会委員長を務めた嘉門雅史京都大学名誉教授とセメント協会の金城徳一セメント系固化材普及専門委員会委員長、近藤秀貴セメント系固化材技術専門委員会委員長に話し合っていた。

——昨年10月にセメント協会が地盤改良マニュアル第4版を発行し、同書をテキストにこれまで5都市で「セメント系固化材セミナー」を開催してきました。改めて同書の役割についてお話し合いたいと思います。

嘉門氏 地盤改良マニュアル第4版発刊から1年が経過し、11月1日には高松市で第44回セメント系固化材セミナーが開催されました。セメント協会は年3回程度セミナーを開催しており、10年以上前から行っていることとなります。これまでのセミナーを通じて発注者や施工者にセメント系固化材について理解を深めていただくとともに、マニュアルを活用することで適切な地盤改良が行われてきていると思います。

マニュアルは9年ごとに改訂しており、これだけ定期的に長期にわたって見直しできているのは技術書としてユーザーに認めていただいている証だと思います。実際にマニュアルを活用していただいていることによって、最新の情報を盛り込んだ改訂につながっています。改訂に際しては新しい情報を盛り込むとともに従来の記述の見直し、精査も進めており、使い勝手は徐々に良くなってきていると自負しています。

わたし自身、初版(1985年4月発行)の編集作業から携わっていますが、セメント系固化材が世の中に出てきたのは70年代で、当時は普通ポルトランドセメントとの違いを十分に理解できていたとは言えない状況でした。セメント業界の技術者も材料供給という役割を果たしていた



嘉門氏(中央)を囲み、金城(左)、近藤(右)両氏との鼎談は和やかな雰囲気で行われた

ものの、地盤改良そのものに関して施主にきちんと説明したり、施工業者と対等に議論したりできる態勢ではなかったように思います。初版以降、第3版まで編集委員長を務められ、残念ながら昨年亡くなられた久野悟郎先生をはじめ、わたしやほかの編集委員は初版の編集段階ではセメント各社技術者の原稿に対して相当修正を指摘し、書き直しさせた記憶しています。

9年ごとの改訂作業を通じて、セメント業界の技術者の継続教育としても貢献してきたと思っています。知識が整理され、記述の仕方もスマートで的確になってきていると感じます。

**金城氏** わたしも初版編集作業から関わっており、継続教育の重要性を強く感じています。当業界のセメント系固化材に関する技術力向上とともに、地盤改良マニュアルがユーザーの方々に活用いただき、版を重ねることができたのも久野先生や嘉門先生をはじめ、これまで改訂編集委員会の委員を務めていただいた方々のご尽力あってのことです。改めて感謝申し上げます。

ユーザーの方から様々な質問が来ますが、以前はそれこそ「セメント系固化材って何?」とか、「何で固めれば良いの?」といった質問も正直ありました。最近ではそうした質問はなくなり、むしろ地盤改良マニュアルを手元に置いて質問していることがうかがえるケースが多い。活用していただいていることをありがたく思います。

——適切な地盤改良実現に地盤改良マニュアルが果たしてきた役割は大きいそうですね。

**嘉門氏** 地盤条件が所要の目的に合わない時に事前に対応することが地盤改良です。地盤は地球のきわめて表層部分と言えますが、われわれ人類は生存のために、地盤上に様々なインフラを築いてきました。しかし建設に際して、地盤をそのまま活用できる、いわゆる良質土というものは必ずしも多くはありません。構造物の大規模化につれて荷重も大きくなり、水が出るなど地盤特性そのものが目的達成に支障がある場合には、おおむね地盤改良を行う必要性があります。とくに日本は地形、地質など地盤条件はきわめて複雑です。しかし「必要は発明の母」であり、手当てせねばとんでもないことになるということで、地盤改良技術が発達してきたとも言えます。

地盤改良マニュアルには初版から実施例を掲載しています。第4版でも9章として記述し、21事例を紹介しています。できるだけ新しい事例、新しい利用展開の掲載を心がけており、発注機関の方々の協力で実現できています。8章までの基礎的事項などを十分に理解したうえで、この実施例を参照していただければ適切な地盤改良工事ができると考えています。

**近藤氏** 第4版から掲載した実施例のひとつに「格子状地盤改良による液状化対策を施した建築基礎」があります。阪神・淡路大震災発

生後、嘉門先生を委員長に現地調査を実施しました。その際、神戸市内の港湾地区に建設された建築物が液状化被害を免れていることがわかり、格子状地盤改良が功を奏したことも明らかになりました。

東日本大震災に関しては北詰昌樹先生を主査とする「震災調査ワーキンググループ」を組織し、被災地域でセメント系固化材を用いて施工された改良地盤の被害状況調査を実施しています。今回の震災では広範囲で液状化が発生していますが、神戸市の事例のように抑制対策として格子状改良が有効であることが明らかになってきています。格子状改良に限らず、地盤改良による耐震効果も明確になっています。

なお、震災調査WGでは昨年末に報告書をまとめているが、引き続き調査を行っており、その成果はいずれ何らかの形で公表したいと思っています。

——第4版では戸建て住宅基礎地盤(宅盤)の改良や環境に関する記述も充実しています。

**嘉門氏** 第3版発行時に比べ、戸建て住宅基礎にセメント系固化材が使われるケースが増えてきています。そのため第4版では6章「建築基礎地盤の改良」として重点的に記述を補強しています。

戸建て住宅の施主は個人が多く、地盤改良の重要性について十分に理解していただく必要があると感じています。砂上の楼閣では困る訳で、堅固な地盤があつてこそ、安全で安心し得る構造物を築くことができる。将来に禍根を残さないためにも、一般の方々にも理解してもらうように努めねばなりません。

環境に関しては8章「環境と固化処理」として記述しています。土壌汚染対策の手法としてセメント系固化材による固化・不溶化に関する記述を充実させています。

**近藤氏** 固化・不溶化に関しては、セメント系固化材でできる範囲と、できない範囲を明確に記述しています。

**嘉門氏** 地盤改良マニュアル全体の編集方針として、できること、できないことを明確にするよう心がけています。一企業ではなく、セメント協会が発行しているということで公的な発注機関も使いやすいものとなっていますが、このような編集方針による客観的な記述も評価いただけているのではないのでしょうか。

**金城氏** 嘉門先生からは六価クロムの問題もきちっと記述するように求められました。

**嘉門氏** セメントの原材料である粘土あるいは石灰石にも一部、三価クロムが含まれています。キルンでの焼結によってクリンカを生産しますが、この過程で六価クロムが生成されます。コンクリートとして使用する場合は強度が高いため外部に溶出することはありませんが、固化材として使用する場合、固化処理土の強度はコンクリートのようにならない

ため、溶出が認められるケースもあり得ます。土壤環境基準である、1ℓの水に対して溶出量0.05mg以下をクリアするようにセメント各社は対処していますが、使用する場合には事前に試験を行って確認することが重要です。

六価クロムに関してだけでなく、固化処理を行う場合にはセメント系固化材など使用する材料に関して事前に適合性評価を実施したうえで配合設計をしていくことが必要です。

——次回改訂に向けての取り組みは。

**近藤氏** 当委員会ではこれまで材齢10年の長期安定性試験を実施し、その成果を公表していますが、さらに20年材齢のデータ収集を進めています。新しいデータを積み重ねて次回改訂に反映させる考えです。

震災関連調査も継続中ですが、新たな物件として防潮堤の基礎や既存構造物の耐震補強なども調査対象としています。

**金城氏** 嘉門先生をはじめ、地盤改良マニュアルの改訂編集委員会を務めていただいた先生方から「これ、どうなっているの」といった質問を受けるケースがあります。それに対して個社のデータを提示するだけでは不十分であり、近藤委員長が言われたようにセメント系固化材技術専門委員会あるいは当委員会が連携して共通データ収集に努めています。そうして集まったデータを地盤改良マニュアルに生かしていくことが重要だと思います。

**近藤氏** 書籍として発行したことが大きかったと今にして思います。冊子形式の報告書でなく、書籍だからこそユーザーにも活用いただいていると感じます。蓄積したデータの活用を含め、今後も技術を残していくという重要な役割を果たしていかなければならないと思います。

——最後にセメント系固化材に限らず、セメントあるいはセメント産業の将来展望をお話し合いたいと思います。

**嘉門氏** 1トンの1万円の世界から1キロ1万円へと、もう少し高付加価値で高機能な製品をつくる努力をしていただきたい。従来技術の発展系を脱して、もっとイノベティブな取り組みがあってもいいと思います。ニーズはあるはずで、それを克服できるシーズ開発に業界全体で取り組んでみてはいかがでしょうか。

**金城氏** 地盤改良そのものの認知度が低かった1970年代に、土を固めるセメントを開発、商品化することは思い切った取り組みだったと

思います。先生が言われたように次のステップを考えねばならないことは理解していますが、セメント産業は少品種大量生産が基軸となっており、なかなか難しい。

**嘉門氏** 企業あるいは産業として、今のままで果たして50年先があるのか。攻めのR&Dをなぜしないのかと、以前から疑問に思っていました。

セメントのように取り扱いやすく、しかも廉価な材料は確かに他にありません。しかしコンクリートとしてインフラの老朽化、維持管理というものを考えた場合、信頼性の高い材料で効率的に効果を発揮し、出来映えや見栄えも良い材料開発に取り組むべき価値はあると思います。汚れを防ぎ、補修もきちっとできる材料によって、アセットとしてのインフラの価値を高めることも期待できるでしょう。

課題はたくさんあると思います。口で言うほど簡単でないことも理解していますが、「もしできたら、こんなに良いことがある。だから何とかしよう」ということを積み上げていくことが将来につながるはずですよ。

**金城氏** セメントを出発点に次のことを考えるのか、頭を完全に切り替えて従来の発想にとらわれない取り組みをすべきか。いずれにしろ、新たな取り組みは確かに必要だと思います。

**近藤氏** ユーザーから「こういう物がほしい」というニーズが出てくれば、一つひとつ解決していくということになるのでしょうか……。固定観念にとらわれずに、建設関連とは違った分野とタイアップしていくことも必要かもしれません。

**金城氏** 発じん抑制型のセメント系固化材がありますが、ユーザーニーズに対応した製品で、材料メーカーの発想だけでは出てこなかったと思います。現場でセメント系固化材を散布したところ、付近の畑の野菜にかかって苦情を申し立てられたということがあり、何とかしてほしいという要請に対応したものです。

攻めの研究開発と同時にお客さんのニーズを把握していくことも、今まで以上に重要だと思います。

**嘉門氏** ユーザーとメーカーとの接点を密にすることは、クオリティのアシユアランスの意味でも重要です。それによってセメントメーカーの優位性が発揮できるシーズをつかまえ、さらに得意分野にしていけば一層の発展が期待できると思います。