

コンサルタント会社による技術開発のすすめ

— 新潟県中越地震を見て考えた 人孔浮上抑制工法について —

㈱シーエスエンジニアズ 取締役会長
中央工学校土木建設学科 下水道担当兼任講師

一場 駿

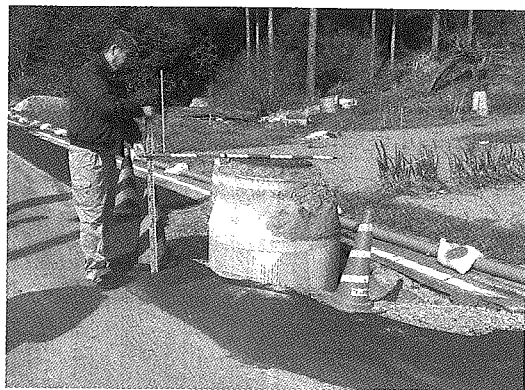


1 はじめに

平成 16 年に発生した新潟県中越地震の影響により、山間の町で地盤の液状化により 1,400 基以上のマンホールが浮上し、マスメディアに「タケノコマンホール」として大々的に報じられまじた(写真-1)。このことで、下水道機能はもとより緊急車両の通行を阻害し、支援活動等に大きな影響を与えたことから、安価で有効なマンホール浮上抑制技術の開発、特に下水道の普及状況から考え、既設に対しての対策が強く望まれました。

新潟県中越地震の液状化の特徴は、山間の町であること、つまり原地盤の液状化ではなく、管路

写真-1 新潟県中越地震によって浮上したマンホール



布設工事による埋戻し土(砂質土)の液状化であり、言ってみれば“下水道工事が起因した人災”ということが出来ます。筆者も下水道の携わる者として、対策の必要性を痛感しました。

2 開発した人孔浮上抑制技術の特徴

そもそも液状化とは、周辺地盤(砂質土)と水が混ざり合うことで、比重の高い液体になる現象です。電柱のように重いものは沈み、マンホールのような軽いものは浮くこととなります。そこで、いつでも(耐用年数約 50 年)、瞬時に、そして何より確実に効果が得られなければ意味がないと考えました。

液状化対策と言えはすぐに思い付く「ドレーン方式」や「地盤改良」についても、当初は検討いたしましたでしたが、費用や確実性などあらゆる側面から考え、浮力に対し重量で対抗するシンプルな原理技術を選択しました。

既存マンホールを一切加工せず、マンホールの外側に羽付の鋼製バンドをボルト締付け力により設置し、その上に一定の隙間を設け、リング状の抑制ブロックを設置するだけの、原理と構造が簡単な技術を考案しました。常時はマンホールに一切の荷重負担はなく、マンホールが浮上し始めた時のみ、鋼製バンドの羽がコンクリートブロックに当たり、ロックが掛かかって浮上を抑制する構

造です（図-1）。

また、設置に特殊な器材を用いることなく、マンホールの設置技術さえあれば、地域の建設会社でも十分に施工ができることも大きな特徴の一つであり、疲弊した各地域の活性化にもつながります。

この技術に、「ハットリング工法」と名付けました。

3 開発の経緯

3.1 下水道地震対策緊急整備計画の策定

新潟県中越地震を受け、平成18年4月に『下水道地震対策緊急整備計画策定の手引き』が発行され、千葉県内のある流域関連下水道の自治体より計画の策定の相談がありました。流域関連公共下水道ですので、処理場はなく、主な施設は管渠のみで、阪神・淡路大震災や新潟県中越地震の被害状況より、

- ① 避難所にマンホール形式の水洗式トイレ設備を作る
 - ② マンホールの浮上抑制対策をする
- という目標で緊急整備計画を進めていくこととなり、設計委託の予算措置に入りました。

しかし、その当時はまだ浮上抑制対策があまり確立されておらず、(財)下水道新技術推進機構（現(公財)日本下水道新技術機構）で、浮上抑制対策の共同研究を募集し始めたような状況でした。

3.2 ドレーン方式、地盤改良方式で検討

当初検討したドレーン方式について補足しますと、施工時や経時変化での目詰まり、周辺地盤の沈下の促進が懸念されること、また、地盤改良はコストの問題が発生することにより採用を見合わせました。さらに、その後の開発では、地震時には有効であるが常時使用には問題を残すものは排除する、という方向で検討を進めました。

たとえば、管の許容抜差し量の計算でも管を短くすればその量は減りますが、あまり短くすると管路の蛇行量が大きくなり、常時使用には不向きとなります。

このように、地震対策をするために常時使用での欠陥を作らないことを重視し、その結果、生まれたのが「ハットリング工法」です（写真-2）。

3.3 基本特許の申請

常時荷重がかかる部材（コンクリートリング）と、液状化時に浮上がり力を伝達する鋼製リングに上下方向、横方向に隙間を空けることに対して

図-1 開発した人孔浮上抑制工法（ハットリング工法）の概要図

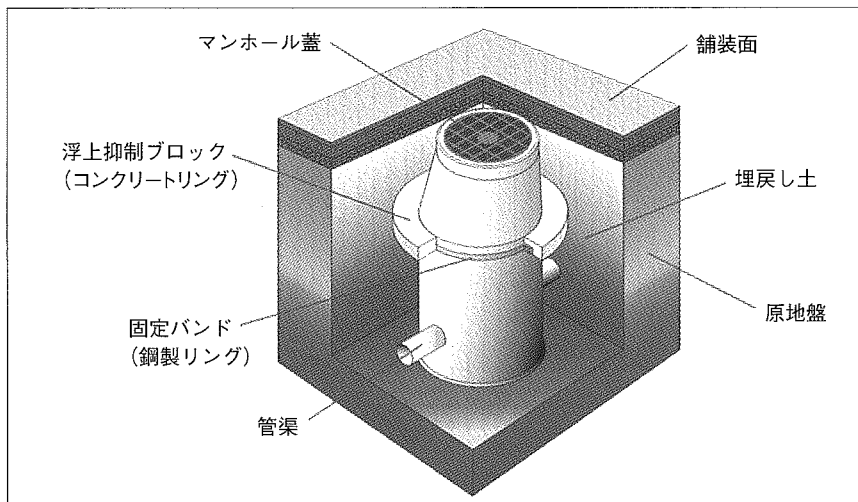




写真-2 マンホールの浮上を抑制する大きな輪(リング)が工法名の由来



特許を申請しました。

3.4 効果確認実験の実施

ちょうどハットリング工法を検討し始めた時、地元の信用金庫が母体となって、「コラボ産学官埼玉支部」が設立されました。これは、産学連携をコーディネートすることで、地域振興に寄与することをめざした組織です。

産学連携は、大学の研究テーマを民間に開放するための橋渡しのようなものが多いのですが、我々は逆に、産から学に対しての依頼です。効果を確認するため、振動テーブルのある大学を紹介してもらったつもりでした。

結果、液状化の権威である東京電機大学の安田進教授を紹介していただきました。そして、NHKで放映するための液状化実験をする直前で、ちょうどせん断土層が用意されている時に、電機大学を訪問。安田先生から放送が終わったらすぐに実験を行っていただける旨連絡があり、依頼から3週間ほどのスピードで実験が終わりました。ただ、我々のような中小企業としては、大学、特に安田教授のような著名な先生の場合、気になるのは費用のことです。けれども、コラボのコーディネーターがかなり安い費用で交渉してくださり、たいへん助かりました。

さらに、(公社)地盤工学会では、実験結果の論

文を共同で発表していただきました。

3.5 連携企業の検討

以前にも、廃プラスチックを利用した管路の基礎材で特許を取得し、製造販売を行ったことがありますが、のちに製造販売に対する考え方の相違等から、特許許諾を解消することになりました。

そのような経験から、2社間で行うのに疑問や不安を持っていたため、今回は3社以上で連携することを強く望み、それぞれに役割分担することとしました。

- ① 知的財産及び事業統括
- ② 製造方法、製品規格
- ③ 販売及び施工指導
- ④ 広報、普及活動

①に対してはライセンサーとして当社、②に対しては、30年以上コンクリート製品でお世話になっていた秩父コンクリート工業、③に対しては、全国に営業所を持ち、機敏に営業、かつ施工指導ができるライト工業、そして④に対しては3社で担当すること、またそれぞれが担当するところの費用等の資源を手弁当で行うこととしました。

3.6 ハットリング工法研究会の立ち上げ

コンクリート二次製品を使用するので、運搬を考慮し、全国のコンクリートメーカー、商社に参加を願い、17社でライト工業を会長とする研究会を設立、平成20年には横浜で開催された下水道展に初めて出展いたしました。

3.7 新連携の認定

経済産業省中小企業庁による経営サポートの「新連携支援」に応募し認定され、補助金だけではなく、技術・事業化のアドバイス、特許料の減免などの優遇措置を受けることができました。

アドバイスについては、デジタルカメラの開発をしていた方からかなり綿密な指導をいただき、夜中までメールをするようなやり取りでしたが、異業種の方との付き合いは新鮮でした。本当に親

身にご指導いただいたと感謝する次第です。

連携体の構成は、以下のとおりです。

- コア企業：シーエスエンジニアズ
- 連携企業：秩父コンクリート工業
- 支援企業：ライト工業（1部上場のため連携には、入れない）
- 支援研究機関：東京電機大学 安田研究室
- 支援金融機関：埼玉県信用金庫
- コーディネーター：(独)中小企業基盤整備機構
- コーディネーター：コラボ産学官 埼玉支部
- 補助金：経済産業省 関東経済産業局

3.8 資金の調達

「新連携支援」により、開発費用のうち4,500万円に対して補助率2/3の補助金でまかなうことができました。

役割分担ごとに各自資金を出し合うことになっていましたが、まだ、製品化もされてない中、各社負担を感じていたところに補助金をいただけたので、大変助かりました。補助事業を実施するにあたり、5年間の計画、各年度の実施計画を立て、それに沿って確実に実施するため、目標を見失うことなく進めることができました。

補助金は、次のような費用に使用させていただきました

- ① 土木学会での技術評価
- ② ボルトの締付け力とバンドの摩擦力の理論解析（東京電機大学）
- ③ 試験施工
- ④ 計算ソフトの作成（研究会 HP から無料ダウンロード可）
- ⑤ 施工ビデオの作成（研究会 HP から無料ダウンロード可）
- ⑥ 展示会費用（下水道展）
- ⑦ 関連特許出願費用
- ⑧ 広報活動費
- ⑨ 旅費交通費

しかし、あくまで国費ですので、当然会計検査

の対象となります。仕事の性格上、これまで何度も検査に立ち会ってきましたが、いつも県土整備事務所の物々しい雰囲気の中で行われてきました。

それに比べて今回は、直接調査官が来社、経済産業省からも2名が参加され、膝を突き合わせての調査となり、必要以上に気負わずにすみました。経済産業省からも、会計検査の対応について非常にお褒めをいただいた次第です。

3.9 土木学会 技術推進機構での技術評価

(財)下水道新技術推進機構(当時)が共同研究開発を募集し、その開発者として3社が決定した頃、我々は東京電機大学で「浮上効果確認実験」を終わらせていましたので、技術評価をお願いしたところ、マンホール浮上抑制については共同研究のみの受付となる、と言われました。

そこで、下水道地震対策検討委員会の委員長である早稲田大学理工学術院の濱田政則教授をお尋ねしたところ、「では、土木学会で評価をしてもらえば」とアドバイスいただき、自ら委員長になっていただきました。

その後、平成21年7月に『液状化現象によるマンホールの浮上抑制技術』として技術評価の承認をいただくことができました。

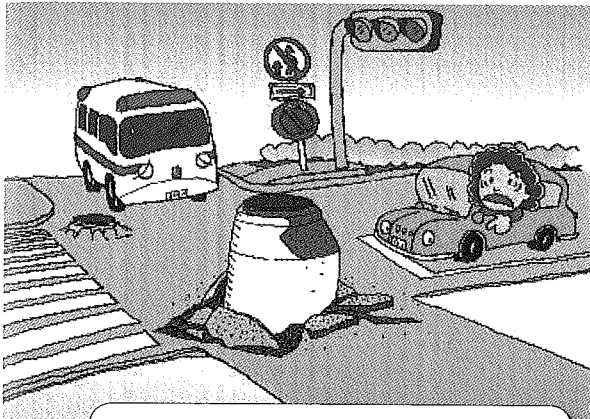
4 浮上抑制対策の現状

マンホールの浮上抑制対策については、すでに100以上の自治体がスタートしています。圧倒的に大都市がリードしておりますが、今後は自治体の予算に合わせて中小市町村でも進むことを期待いたしております。

ただ、設計を担当していると、新潟県中越地震での教訓とは異なる場所への対策になっているのでは、と感じております。

もともと、下水道地震対策検討委員会の報告書(平成16年11月22日)には、「粘性土等による透水性の悪い原地盤に開削工法で布設して、砂等で埋め戻している状況が見られた。これは、十勝

図-2 わかりやすいイラストでPRしよう！



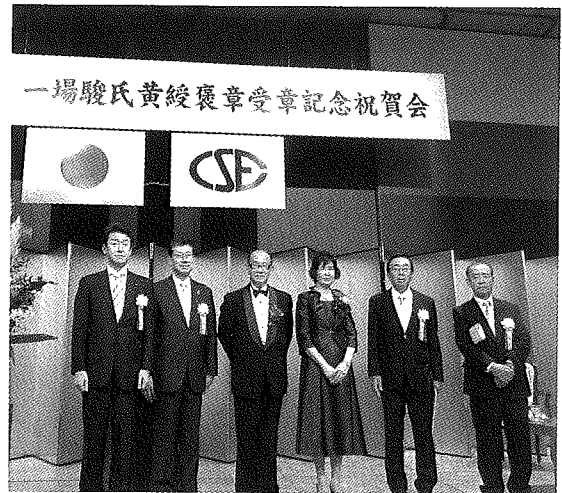
安全な施設が導く安心
それは広報から

沖地震で被災した箇所にも見られ、埋戻し土が液化化したものと考えられる」であったはずですが、最近では埋戻し土ではなく原地盤の液化化への対策に変わってきているように思えます。やはり、起こった地震での評価を正確にとらえ、対策を施す必要があるように思えます。

また、日本の役所は海外に比べ、相当きめ細かな市民サービスをしているはずですが、「公共事業」との言葉は、何かグレーな部分を含んでいるように受け止められがちであることが残念でなりません。特に下水道は、施工が終われば住民の目に触れません。せっかく、安全のための改良工事を市民のため実施していくのですから、施設の状況を広報する必要があります。もちろん議会で承認を得ることも大切ですが、パンフレット、広報誌などで積極的にPRすべきだと思います(図-2)。

市民もPRされることで、安心を得るものと確信いたしております。

写真-3 開発に関わった大切な人々
(黄綬褒章受章記念祝賀会にて)



5 おわりに

この開発を通して多くの人と知り合いました。経済産業省、中小企業庁、(独)中小企業基盤整備機構や大学の先生方、発明に関する方、連携を組んでいただいた皆様など、我々の生業で知り合う方とは少し角度の違う皆様とお付き合いができました。それはとても新鮮で、今までの常識が変わるような感じました。

また、たくさんの表彰を受けました。主なものとして、ものづくり連携大賞(日刊工業新聞)、発明大賞、科学技術分野の文部科学大臣賞(技術部門)、そして2015年には黄綬褒章まで頂戴いたしました(写真-3)。本当に想像もしていなかったことで、とても名誉に感じております。

今後も、多方面を見渡し、たくさんの方とつながりながら業務に邁進してまいりたいと思います。