

## 拡縮方式を用いた原位置重金属不溶化工法の開発(その2 基本性能確認実験)

(株)松村組土木本部\* 正会員 堤 則男  
 麻生フォームクリート(株)大阪支店\*\* 樋口 雅博  
 麻生フォームクリート(株)大阪支店\*\* 川浪 淳史

### 1. はじめに

近年の世界的な環境保全の高まりの中で、日本においても最近相次いで土壌・地下水汚染修復関連の法律が整備されつつある。現在、重金属汚染土壌の不溶化処理では、汚染土を掘り起こし、地上で処理薬剤を加え不溶化後、原位置に再度埋戻しを行うのが一般的である。そのため、汚染物質の飛散や、工費・工程が大ききことなどが問題になっている。筆者らは、不溶化処理の安全面の向上及び工費・工期の縮減を図るために、汚染土を掘削せず、拡縮方式を用いて原位置で直接不溶化できる施工法を開発した。今回は製作した施工機械等を使用して基本性能確認実験を実施したので、その結果について報告する。

### 2. 実験方法

施工機械及びサンプリング装置の概要については文献<sup>1)</sup>に示す。実験場所は大阪府茨木市内の旧盛土部（細粒分まじり砂質礫）で、地下水位はGL-3.0mであった。柱状図を図-1に示す。実験は、表-1に示すように6体の試験コラムで実施し、油圧開閉式のサンプリング装置を使用して所定の位置で試料を採取し、各々の測定を行った。試料採取位置を図-2に示す。なお、表中のKBrは臭化カリウムの略称である。

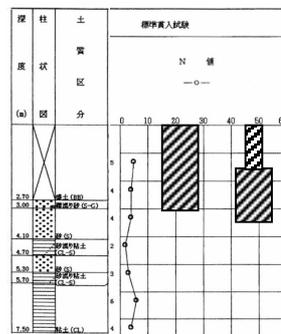


図-1 ボーリング柱状図

表-1 実験ケース

供試体名	区分	深度	形状/直径	摘要
コラムNo.1	施工確認	3m	ストレート型φ1.2m	水(77ℓ/分)→KBr溶液(50ppm)→セメント(50kg/m <sup>3</sup> ) 手順確認
コラムNo.2	浄化確認	3m	ストレート型 φ1.2m	水(50ℓ/分)→KBr溶液(50ppm)
不溶化剤A(1.5%)→不溶化剤B(3.3%)				不溶化剤Bは往復注入
不溶化剤A(1.5%)→不溶化剤B(1.1%)				
コラムNo.5	拡縮確認	3.5m	拡縮型 φ0.5m → 1.2m	掘り出し用
コラムNo.6				ラップ施工2体

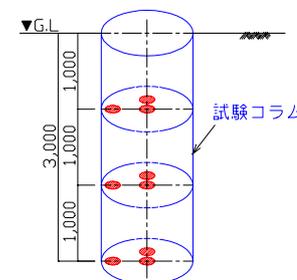


図-2 含水率の測定結果

### 3. 実験結果

図-3は、水掘り直後のコラムの含水率を表しており、試料採取位置に関係なくほぼ同じ含水率を示している。ただし、微細な傾向としては、深度方向に含水率が若干大きくなっている。これは、地盤が礫質土なので粘性のない注入水が間隙を通過して深度方向に移動しやすいことと、地下水がh=3m付近に存在していることから理解できる。

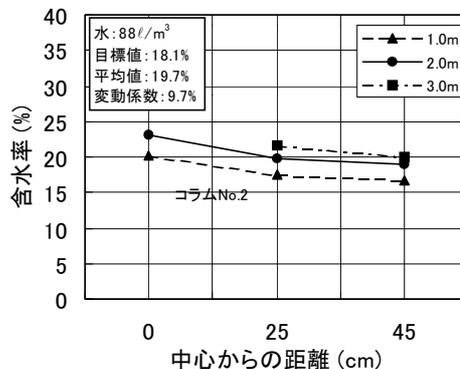


図-3 含水率の測定結果

キーワード：環境保全、技術開発、土壌汚染、化学的不溶化、拡縮方式、基本性能確認実験  
 連絡先：\* 〒530-8588 大阪市北区東天満 1-10-20 TEL 06-6354-8820 FAX 06-6354-1875  
 \*\* 〒567-0868 大阪府茨木市沢良宜西 4-15-14 TEL 0726-35-1077 FAX 0726-35-1243

図-4は、KBr溶液(400倍)添加後の濃度分布を表しており、注入量が $40\ell/m^3$ と通常のセメントスラリー注入量( $270\sim 330\ell/m^3$ )の約 $1/8$ という少ない添加量にも関わらず変動係数が9.4%とバラツキが少なく、すべての測定値が目標値を満足している。

図-5は、不溶化剤A添加後に引き続いて不溶化剤Bを添加したコラムNo.4の撈拌後のpHを表している。不溶化剤A添加後のpHは、その注入量が $85\ell/m^3$ と通常のスラリー注入量より少ない添加量にも関わらず変動係数が1.1%とバラツキがほとんど無く、均質に混ざっていることがわかる。さらに、不溶化剤Bでは、注入量が $15\ell/m^3$ と通常のスラリー注入量の約 $1/20$ という極端に少ない添加量にも関わらず、これも変動係数が4.5%とバラツキが少なく、十分に満足できる結果であった。

このように図-3～5から、本工法が重金属汚染土壌の不溶化工事に適用可能な撈拌混合性能を有していることがわかる。

また、コラムNo.3は、不溶化剤Bを掘削時だけでなく引上げ時にも添加した場合で、不溶化剤BをコラムNo.4より3倍多く添加しているにも関わらず、変動係数は11.2%とコラムNo.4より2倍以上大きくなっている。これは、引上げ時に添加した不溶化剤Bが十分に撈拌されていないためだと考えられる。したがって、無駄なく確実に撈拌混合するためには掘削時に添加することが望ましい。

写真-1は、硬化後のコラム形状および撈拌混合を確認するために掘り出したコラムNo.5である。このように、コラムは完全に一体化した状態で掘り出され、欠損部などまったく無く、土とスラリーが均一に撈拌されていることを確認できた。コラム形状も縮小径500mm、拡大径1200mmを十分満足し、確実な縮小機能を確認できた。また、2体のコラムをラップ施工で打設したコラムNo.6では、硬化後にコラム側面を掘削した結果、拡大径の深さ(GL-1.5m)から一体化していることを確認している。

#### 4. おわりに

以上、縮小方式を用いた原位置重金属不溶化工法の基本性能確認実験について述べた。実験の結果、本工法は、確実な縮小機能に加え微量の薬剤添加に対しても十分な撈拌混合性能を有しており、従来工法に比べ経済的で効率的な施工を実現できると考えている。今後、工法普及に努め、土地の有効利用と環境保全に寄与していきたい。なお、本実験は栗田工業(株)環境浄化グループの技術指導を受け、(株)松村組及び麻生フォームクリート(株)において実施されたものであり、関係各位に深く感謝の意を表します。

#### 参考文献

- 1)大岩忠男・有本邦彦・山本 眞吾：縮小方式を用いた原位置重金属不溶化工法の開発（その1 工法概要）、土木学会第57回年次学術講演会概要集（投稿中）

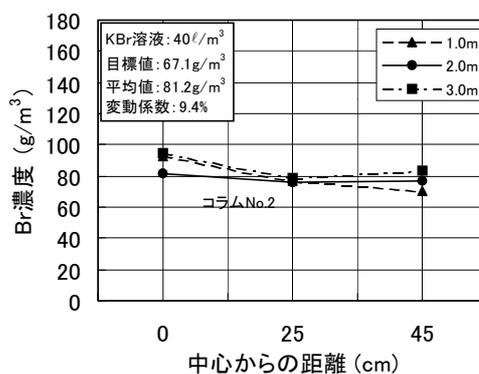


図-4 Br濃度の測定結果

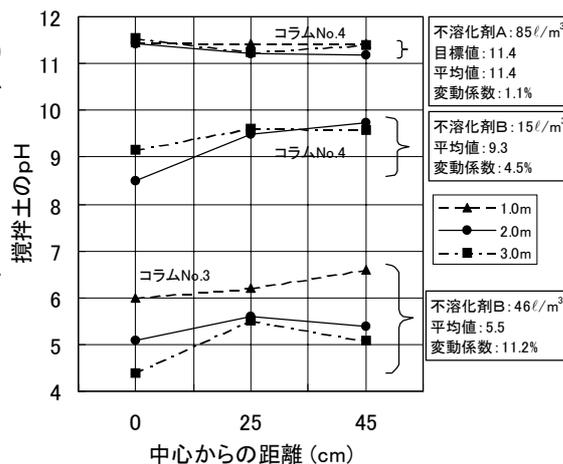


図-5 pHの測定結果



写真-1 掘り出したコラム