

# 東海地方で開発された地下空洞の調査と充填工法

藤井紀之<sup>1)</sup>

## 1. はしがき

名古屋に“日本充てん協会”という学術的な団体がある。何故“充填”でなく“充てん”なのかは不明であるが、その存在は恐らく東海地方、それもごく一部の関係者に知られているだけであろう。これはつい一昨年(平成12年)亡くなられた飯田汲事先生(名古屋大学名誉教授、元地質調査所物理探査部長)が、昭和52年の設立以来亡くなられるまでの23年間、会長としてその育成に力を注いで来られた団体である。

飯田会長が亡くなられた後、岩盤工学の権威で副会長でもあった川本<sup>としかず</sup>眺万先生(名古屋大学名誉教授)が会長に選任されたが、新会長からの指名で、思いがけず私が副会長を勤めることになってしまった。以来1年余り、否が応でも亜炭の採掘跡など地下空洞の調査と充填技術について、時間を見つけては70の手習いを続けて来たが、日とともに、充てん協会と会員会社に蓄積されてきた技術には、いろいろな面で独創的な注目すべき内容が含まれていることが分かって来た。この協会が発行している「充てん」という機関誌には、故中井順二氏を始め何人か地質調査所物理探査部の方達も寄稿しておられるが、充てん協会の事業が地質ニュースで紹介されたという記憶はない。私自身もまだその一端に触れただけであるが、多くの方々にこの特異な技術をご紹介したく、自分自身の学習もかねて拙文を寄稿させて頂くことにした。地質ニュースには、応用地質や地盤工学に関する記事が比較的少ないようである。地質調査総合センターの業務の広がりや発展のためにも、これらの分野への関心を高める一助ともなれば幸いである。

## 2. 東海地方で初めて成立した特異な充填工法

最初に述べておきたいのは、ここでご紹介する地下空洞の充填工法は、東海地方の持つ特異な条件下で初めて成立・発展することが出来たということである。工法の詳細については別に説明するが、もともと亜炭などの採掘跡は地下に不規則に広がっており、これを充填するためには注入時にはスラリー状で流動性があり、しかもある程度の時間の経過と共に固化するという特殊な充填材が必要であった。このような充填材の開発・実験工事が行われ実用化に至ったいきさつが、充てん協会設立10周年記念号の「充てん」No.14.(1987)に、当時の名古屋通産局鉱山部長岡田久氏が寄稿された回顧談や、関係者の方達による座談会の記事によって詳しく紹介されている。

充填工法開発の契機の一つは、昭和40年代当時、東海地方で亜炭などの採掘跡が随所で陥没事故を誘発し大きな社会問題となっていたことである。またこの工法のもう一つの意義は、瀬戸周辺で粘土や珪砂の水鏡・選別時に大量に発生し、河川汚染の元凶とされていた選鉱残滓(いわゆる“キラ”)を、主要な充填材として活用した点にある。更に丁度その頃、大気汚染対策のために多くの工場で排ガス中の亜硫酸ガスを除去する脱硫を行うようになり、亜硫酸ガスと石灰との反応で生成された副生石膏の過剰生産が大きな問題となっていた。充填材の製造には当初石膏も使用したため、充填工法はいわば一石三鳥のアイデアを具体化した結果となった。この工法は充填後の地盤の安定化に大きな効果があることが明らかになり、昭和49年に実験が始められて以来現在に至るまで、地下空洞

1) 日本充てん協会(元地質調査所職員)：

〒460-0007 名古屋市中区新栄2-1-9雲竜東館906

キーワード：地下空洞、空洞充填、空洞調査、地表陥没、亜炭

充填の主要な工法として活用されている。

この工法の開発は、公害予防という名目のもとに、名古屋通商産業局鉱山部の主導で、名古屋工業技術試験所や鹿島建設株式会社・中部電力株式会社などの協力によって行われた。政策官庁である通産省が、このような土木的な工法開発を自ら実施した例はきわめてまれで、当時の鉱山部長岡田久氏の卓越した構想力・実行力は高く評価されて良いと思われる。以下充てん協会の資料をもとに、地下空洞充填工法の開発・活用の経過を辿って見ることにする。

### 3. 亜炭の採掘状況と鉱害

#### 3.1 亜炭田の地質と亜炭鉱業

周知のように、東海地方には新第三紀の夾亜炭層が広く分布しており、明治時代から太平洋戦争後にかけて、岐阜・愛知・三重の各県下で開発されていた(第1図)。夾亜炭層の主なものを第1表に示す。なお亜炭とは日本固有の名称で、基本的

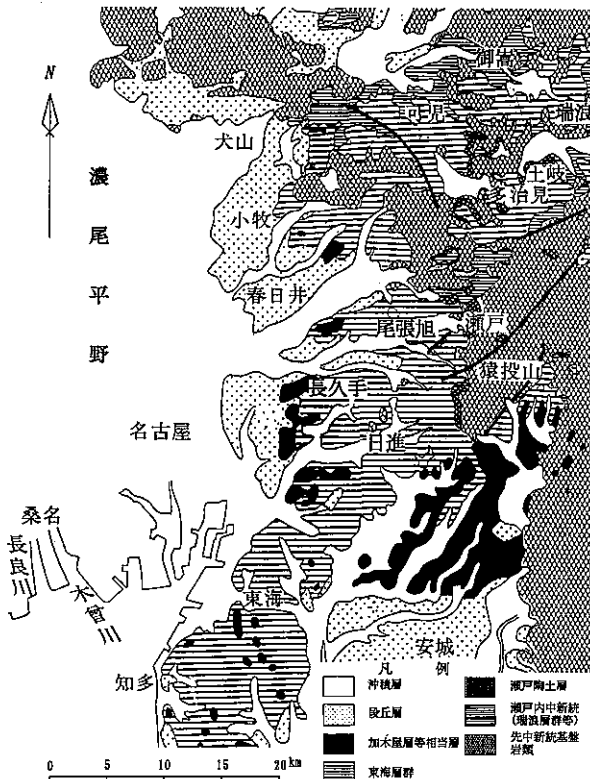
第1表 尾張・美濃炭田の地質一覧表。

地質時代		地 層 名		夾亜炭層
第四紀	沖積世	沖積層		
	洪積世	洪積層	加木屋層、三好層等	
新第三紀	鮮新世	瀬戸層群	矢田川累層	尾張夾炭層
	中新世	瑞浪層群	中村累層	御嵩夾炭層 土岐夾炭層

には炭化作用の進んでいない石炭の一種である。石炭は炭質(主に発熱量)によって無煙炭・瀝青炭・亜瀝青炭・褐炭に分類されているが、亜炭は褐炭(lignite)に属しその中でも発熱量が少ないタイプである。以下、日本鉱産誌V-a(地質調査所編, 1960)・御嵩町史(1994)などを参考に、地質概況および亜炭の採掘状況について略述する。

この地方で最大の亜炭産地は美濃炭田で、日本でも最大の生産量を記録している。美濃炭田の中では可児及び瑞浪両炭田の産出量が大きく、中でも可児炭田の中心御嵩町は、明治2年に日本で初めて亜炭が本格的に採掘・利用されたことでも知られている。亜炭層が賦存しているのは、中新世前期に堆積した瑞浪層群下部の中村累層で、御嵩地区では稼行対象となる亜炭層は5層に及んでいる。また瑞浪炭田(土岐炭田を含む)の中心は、瑞浪市北部の日吉地区と南部の山田地区に分かれている。名古屋通産局の統計によれば、昭和31年度の岐阜県の亜炭生産量は約55万トンで、そのうちの70%が御嵩町を中心とする可児炭田で採掘されていた。可児炭田では亜炭層が地下100m以深に達する所もあり、生産量の50%以上が地下50m以上の深部から採掘されていた。

一方尾張炭田の場合は、鮮新世の瀬戸層群矢田川累層中に亜炭や火山灰起源の磨き砂が賦存しており、各地で採掘されていた。生成時代が若いため、尾張炭田の亜炭は炭化度の低い木質部を多く含んでいる。しかし発熱量では美濃炭田の亜炭にほぼ等しく、灰分はむしろ少ないこともあって、亜炭としては比較的良質のものとされていた。主要な生産地は春日井・小牧、名古屋市東部から尾張旭市、長久手町・日進市へかけての一带であるが、昭和31年度の実産量は約11万トンで美濃炭田の5分の1に過ぎない。しかし注意せねばならないのは、尾張炭田が採掘された深度で、尾張炭田の場合、ほとんど大部分(96%以上)の亜炭は深度50m以内(実



第1図 尾張・美濃炭田付近の地質図(吉田・尾崎, 1986)一部加筆。



写真1 充填工事にともなう取開けによって現れた亜炭鉱採掘跡。残柱式採掘の状況がよく示されている(御嵩町比衣)。

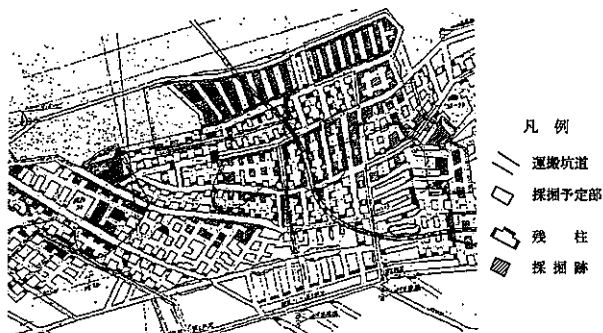


図-2 亜炭坑坑内図の一例 (御嵩町史より)

第2図 亜炭坑坑内図の一例(御嵩町史より)。

当な残柱を残して採炭が行われた(写真1, 2)。第2図は当時の亜炭坑の坑内図で大部分は残柱式で採掘されたことが分かる。なお図の上方の一部に長い採掘跡を残す部分がある。このように運搬坑道と直交する方向に、適当な坑道間隔で何本も採掘する掘り方を柱房式と言い、比較的炭層が薄い箇所での採掘に用いられた。なお保安採炭基準では、深度30mまでは切羽の幅3.3m残柱幅は3.0m以下とされ、深度が増すごとに更に狭い基準が定められていた。しかし一部では採炭基準に従わない採掘が行われた所もあり、採掘禁止区域(例えば住宅地や河川の下)における採掘もしばしば行われたようである。また保安規則で禁じられていたにも拘わらず、閉山近い段階では一部の残柱まで掘ってしまった所もあったらしい。採炭率は深度や地質条件によって異なるが、通常75%前後であった。

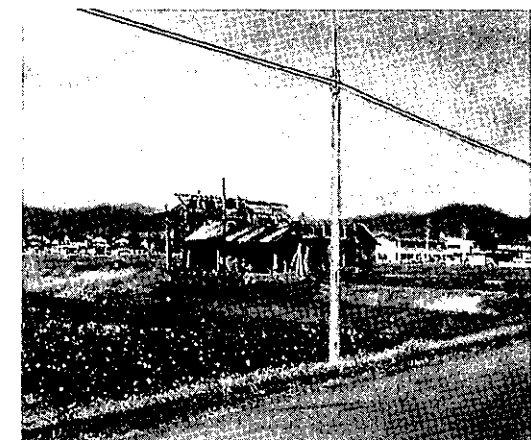


写真2 昭和57年当時御嵩町に散在した亜炭採掘小屋。ここから下に立坑が降りている(充てん協会の資料より)。

際には30m以内の場合が多い)で採掘されている。

### 3.2 亜炭の採掘と陥没事故

亜炭鉱業が全盛をきわめたのは、太平洋戦争末期及び直後の昭和22年から昭和30年代へかけての時期である。東海地方には繊維産業や陶磁器産業など、亜炭を燃料に使用する工場が密集していたこともその傾向に拍車をかけた。九州や北海道の炭鉱のような大規模採掘は見られないが、地層は比較的軟弱であり、亜炭層は地下浅所に水平に近い分布をしているため、石炭に較べ採掘ははるかに容易であった。従って地下の亜炭坑の採掘状況はそれこそ千差万別と言ってよい。通常は立坑を下ろし、着炭した所から水平に坑道を広げ、適

しかし昭和30年代後半に始まった石炭から重油へのエネルギー転換に伴い、亜炭の採掘量は次第に減少し、昭和43年には瑞浪炭田の日吉炭鉱を除いて東海地方の亜炭鉱山は完全に姿を消し、あとには水没した地下の空洞だけが残された。採掘を終了する時には、立坑は十分に塞ぐことが定められていたが、不十分な埋立だけで済ませた所もあったとのことである。

それだけに、地下浅所で採掘が行われた所や立坑の跡では当然陥没事故が引き起こされた。例えば昭和26年8月、当時まだ稼行していた炭鉱坑内で大規模な落盤があり、御嵩町東濃高校の校舎及び周辺の水田を含む面積2,000坪に及ぶ一帯がすり鉢状に陥没した事故があった。調べたところ採掘禁止区域であるにも拘わらず、校舎の地下約

20mの所には延長8kmに及ぶ無数の坑道が掘られていたという。このように乱掘された亜炭の掘り跡が崩落するのは当然である。美濃炭田の場合は地盤が比較的しっかりしていたこともあって、大規模な採炭を行った所が多かった。昭和34年に東海地方鉱害復旧事業団が設立され、それ以降農地を中心に家屋・道路・河川などの復旧工事が順次実施されたが、復旧工事実績の90%までが御嵩町を中心とする岐阜県内であった。

一方尾張炭田の場合、美濃炭田に較べ地層自体が軟弱であり、しかも大部分の採掘跡が地表から深さ30m程度までの浅所にあるため、これも陥没し易い点では美濃炭田以上に危険な状態にあった。高度成長期を経て昭和40年代に入ると、名古屋市の周辺でも宅地開発が進んだが、一方では各地で陥没事故が続いていた。この場合も陥没被害に対しては事業団の手によって復旧工事がなされたことは言うまでもない。

ただこの復旧工事は実際に陥没等の被害を生じた場合に限って実施されることが定められていた。従って被害の予防にあてられる予算は全く計上されていない。このため、陥没予防のための措置は、行政のエアポケットのような位置に取り残されていたと言える。しかし住宅地や公園の造成を計画しても、地下に空洞が残っていたのでは安心して工事を進めることも出来ないし、造成した宅地の販売にも支障を来すのは当然である。地下空洞を充填する必要性が認識されるようになったのは、このような社会的な条件の変化のためと言える。

#### 4. 充填工法の開発と充てん協会の発足

##### 4.1 充填材の開発

一方、充填材として最初から注目されていたのが、瀬戸や土岐地域の珪砂や蛙目粘土の水簾に伴って大量に生ずる粘土質微砂（以下鉱山での呼称をとって“キラ”という）である。当時年間50万トンものキラが排出されており、鉱山ではキラの捨場にも困る状態であった。問題はキラを



写真3 セメントバチルス SEM写真 エトリンガイト(Ca, Alの含水硫酸塩)モノサルフェイトなどが生成している(充てん協会の資料より)。写真の幅18μm。

水に溶かして地下空洞に注入しただけでは、地下水が充満している空洞内では何時までも固化せず強度も得られないことである。最初の実験では、キラを水に溶かしてセメントを混ぜて空洞内に流し込む工法が試みられたが、次いでセメントバチルス工法が検討された。これは鹿島建設(株)技術研究所が開発した工法で、アルミナを含む物質を水に溶かし石灰・石膏・セメントなどから作った乳液と混ぜあわせると、バチルス状(バチルスは桿状菌の意)の形態を持つエトリンガイト(Ca, Alの含水硫酸塩)やモノサルフェイトと総称される硫酸塩鉱物が生成されることからその呼び名が生じた(写真3)。これらの硫酸塩鉱物は時間と共に生成が進み、その時に多量の水を取り込んで結晶が成長・固化するため、地下に不規則に広がっている空洞などの充填工事に適していると考えられた。この工法は空洞の状況に応じて充填材(充填スラリー)の流動性を変えることも可能であり、実験工事の結果十分な強

第2表 充填スラリーの組成材料比。

材料名	春日井(1) 28日強度: 61~102 kN/m <sup>2</sup>	春日井(2)	可児橋梁部端部材 強度>400kN/m <sup>2</sup>	可児土工部中詰材 強度>100kN/m <sup>2</sup>
砂キラ	150	300	180	170
粘土キラ	350	480	360	340
石灰	30			
石膏	50			
セメント系固化剤		40	120	100
水	776	680	715	763
特殊水ガラス			48.8	2

注1: 強度は一軸圧縮強度, 単位はキロニュートン。

注2: 春日井の資料は充填施工マニュアル(1995), 可児は飛鳥建設協資料による。

度が得られることが明らかにされ、以来継続的に重用されている。その後充填材や固化剤についても研究が進められ、同じセメントパチルス工法でも、会員会社それぞれが現地の状況に合わせたやり方を工夫して工事を行っている。参考までに幾つかの充填スラリーの材料比を第2表に示す。

この中で可児としたものは、現在可児・御嵩IC予定地での充填工事で使用されているスラリーの組成の一例である。

#### 4.2 充填工事の普及と充てん協会

実際に充填工事が行われるようになったのは昭和50年(1975年)からのことである。名古屋通産局では昭和49年に古洞関連総合施策委員会(委員長飯田汲事名古屋大学名誉教授)を発足させ、名古屋市を始め管内市町村の協力を得て、翌年には春日井市で小規模な実験工事を行った。さらに昭和51年には長久手町東部で、セメントパチルス工法による本格的な充填工事が実施された。この工事は現地の区画整理組合が経費を負担して実施されたが、初めての経験でもあり地元からの要望もあって、工事終了から6週間後にトレンチを掘って充填状況のチェックが行われた。その結果、古洞天盤の地盤のゆるみで出来た隙間まで充填材がびっしり詰まっており、充填材の一軸圧縮強度も理論的な必要強度 $0.2\text{kg}/\text{m}^2$  ( $20\text{kN}/\text{m}^2$ )をみたしていることが確認され、関係者一同ほっとしたとのことである(岡田, 1987)。これを契機として各地で充填工事が活発に行われるようになり、同時に無視できない金額の施工費を取扱う必要が出てきた。そのため受け皿として昭和52年3月に設立されたのが日本充てん協会で、初代会長には前記の古洞関連総合施策委員長であった飯田汲事氏が就任された。従って充てん協会の最初の規約には、事業として「空洞その他空洞所在地帯の調査」「充填計画の策定」「充填事業の施工」などが掲げられ、事業団体の性格が強くにじみ出ている。事実最初の十数年間は、充てん協会が指導し、評価報告を行った調査・施工業務が多く、機関誌「充てん」の内容からも当時の活発な雰囲気うかがうことが出来る。ただ残念なことは、通産省の判断で協会の法人化が見送られたことで、このことは現在の協会にとって課題の一つになっている。

なお同様の充填工法は他の地域でも開発されている。特に平成元年～8年にかけて、建設省及び東京都の主導で一連の研究が行われ、流動化処理土という名称で類似の工法が開発され、首都圏を中心とする一帯で大小の地下空洞充填に利用されている。首都圏一帯には関東ロームが普遍的に分布しており、建設余土の中のローム質土砂が東海地方でのキラに代わるアルミナ源の役割を果たしているとのことである。

### 5. 地下空洞の調査と充填工事

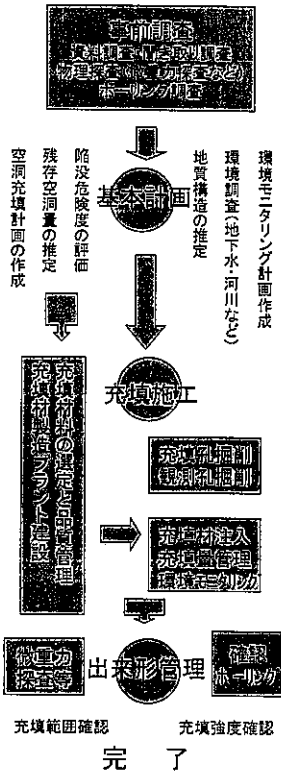
地下空洞充填業務の二本柱と言えるのが、空洞の調査と充填施工である。従って充てん協会が今までに行った技術開発業務や講演会などの内容も、大部分がこの二つの分野に大別することが出来る。その全容の紹介は最近公開されたホームページで見て頂くこととし、ここでは上記2分野における課題あるいはトピックスを紹介する。

#### 5.1 地下空洞の調査に関する課題

地下空洞の調査と言っても、ここで問題としているのは充填施工の対象となる地下空洞をどのようにして把握するかという、きわめて実際的な課題である。第3図は調査から充填施工に至る流れを総括したものであるが、事前調査(聞き込みや地表踏査・ボーリング・物理探査など)の結果から検討する内容が基本計画の段に並記してある。この中で空洞充填計画の作成に特に重要なのが、陥没危険度の推定と、充填の必要な残存空洞量の推定である。

陥没危険度は、採掘対象となった亜炭層の賦存状況、特に①地表から亜炭層までの深さ(土被り)、②上盤側の地層の強度と厚さ、③亜炭の採掘幅と採炭率、④空洞中の地下水の有無などから評価されるが、重要なのは①と②である。例えばある会員会社が実施した調査事例では、土被りの厚さから危険度をA(5m以浅)、B(5～10m)、C(10～15m)・・・の順で区分し、更に上盤の粘土層の厚さが4m以上ある場合は危険度を1ランク下げて評価している(岩田, 1998)。通常の宅地などの場合、地下水が充満した空洞で土被りが15m以上あれば陥没の危険は少ないと考えられている。

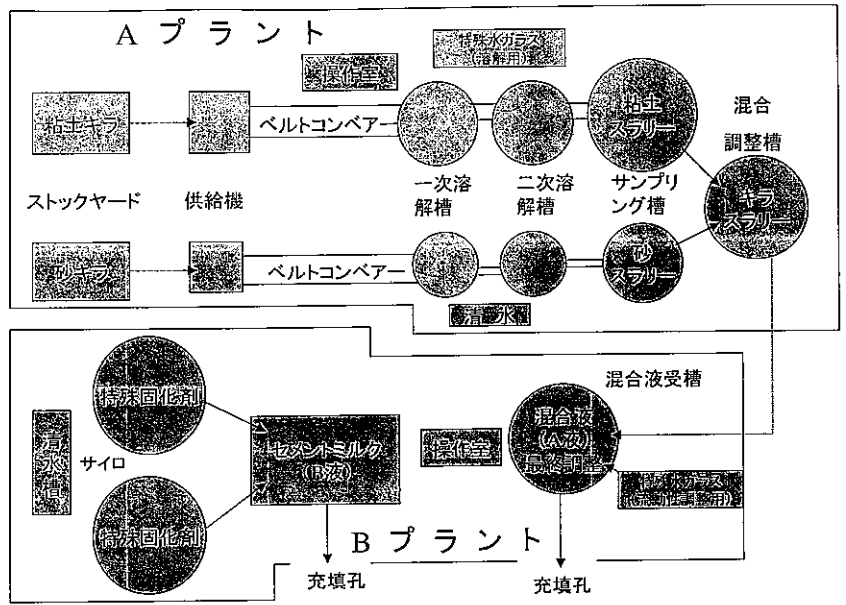
一方残存空洞量の推定は、地下の空洞探査自体



第3図 調査から充填までの流れ。

からして簡単ではない。故飯田会長は、地下空洞探査手法の一つとしてとしてマイクログラビティ法（微重力法）を開発され、幾つかの現場で実際に適用しておられる（飯田，1983ほか）。この方法は、充填工事終了後に同じ測点で測定を行うことにより、重力の増加状況から充填効果を評価するのにも使用される。その他、地下レーダー・電気探査・地震探査など、多くの手法について地下空洞探査への適応性が検討されている。

しかし物理探査の結果は、ボーリングで空洞や空洞内の崩落土砂、あるいは坑道掘削に伴う地盤の緩みなどを確認して始めて評価出来るものである。空洞の分布範囲の確定には勿論、前述の土破りの状況を把握するためにもボーリングが欠かせないことは言うまでもない。特に慎重な評価を要するのは崩落土砂の厚さと性質である。もし空洞が土砂で埋まっていれば充填スラリーを注入することは難しい。従って残存する空洞容積を評価する場合、元々の採炭率が70%であったとしても、崩落で埋



第4図 充填スラリー製造工程のフローチャート（飛鳥建設（株）の資料を簡略化）。

まっている状況を考慮して何割かを差し引かねばならない。このような検討を経て、ようやく計画充填量を算出し充填工事計画を作成することが可能になる。

### 5.2 充填工事

充填計画が策定された後、空洞を充填する業務が実施される。この段階で、充填予定範囲について更に多数のボーリングが掘削される。これらは充填孔としての使用を見込んで掘削されるので、もし空洞に当たらなければその近くに掘り直さねばならない。更に地下での充填状況を観測するための観測孔も必要である。ここでは現在充填工事が進行している東海環状道可児・御嵩IC予定地の工事（発注：国土交通省中部地方整備局多治見工事事務所、施工：飛鳥建設（株））を例として、充填工事の概要をご紹介します（藤井，2002）。

#### 1) 充填スラリーの製造

施工にあたっては、まず計画充填量をまかなうのに必要な充填スラリーを製造するプラントが建設される。第4図に、上記可児・御嵩IC予定地で稼働している充填材製造プラントのフローを示した。プラントはキラスラリー製造用のAプラントと固化剤乳液を製造するBプラントに分かれる。Bプラントは移動が可能で、充填区域の近くに設置して工事

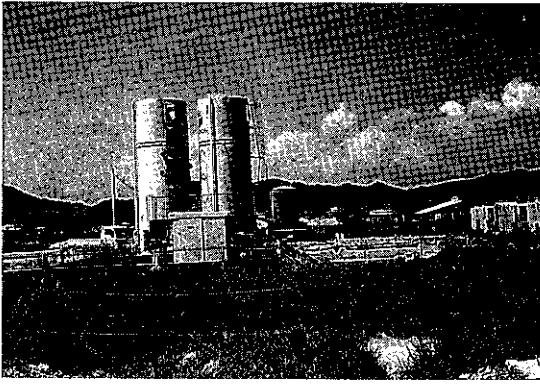


写真4 充填プラント(東海環状可見充填工事現場)、手前は固化剤乳液製造用のBプラント、2本のサイロは固化剤貯蔵用、右手後方のベルトコンベアーの所にAプラントがある。



写真6 愛知県珪砂鉱業協同組合の珪砂採掘場(瀬戸市上陣屋)正面が現採掘場、上段から矢田川累層の砂礫層、以下瀬戸陶土層に属する粘土層(瓦用等)B珪砂層A珪砂層と続く、右側の階段状の部分はキラの埋戻しによる採掘跡の整地作業。

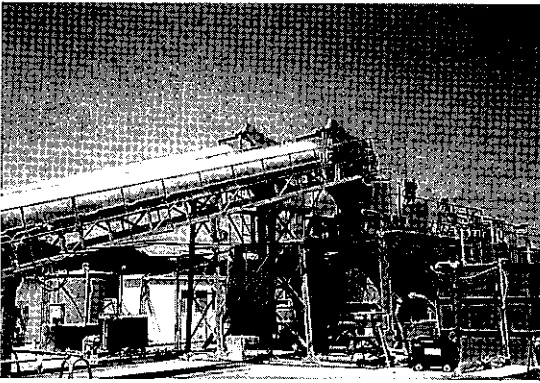


写真5 キラスラリー製造用のAプラント。原料の砂キラ(右側)と粘土キラは別々に溶解槽に運ばれ、所定の比重に調製された後、混合槽で混合される。

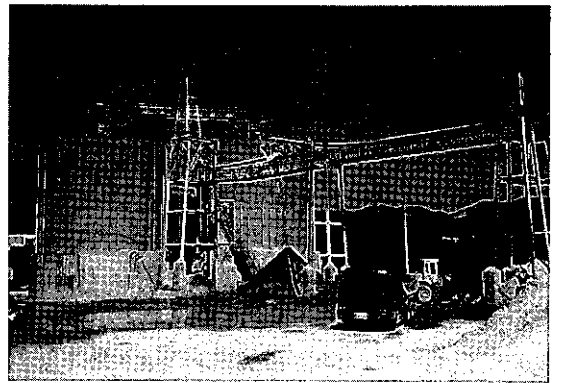


写真7 瀬戸市平和工業(株)の骨材プラント。矢田川累層中の砂礫を水洗・篩分けして砂利(粗骨材)砂および粘土を採取する。砂利はタンクに、砂はその手前に堆積している。粘土は別に工場で濃縮・脱水され瓦や充填用粘土キラに出荷される。

が終わると次の区域に移動する仕組みになっている(写真4, 5)。キラスラリーと固化剤乳液は充填孔の近くまで別々に送流され、充填直前に混合されてゲル状の充填スラリーとなる。

充填材の材料は砂キラと粘土キラで、通常1:2の割合で混合される。砂キラは珪砂の水簸残滓で、微砂に少量の粘土を混じえている。また粘土キラとは充てん協会及び関係者が広く使用している呼称で、これを出荷している製土工場では単に“粘土”と呼んでいる。もともとは、瀬戸陶土層の上に厚く分布する砂礫層から砂利を採取する際に洗い出される粘土で、工場では骨材用の砂利や砂を分

離した後に残る泥水から粘土分を沈殿させ脱水して“粘土”として出荷している。その大部分は瓦用に使用されているという(写真6, 7)。セメントパチルス工法に不可欠なのはアルミナに富む粘土キラで、砂キラは若干粘土も含んでいるが、流動し易い増量剤としての役割が大きい。もう一つの重要な素材は固化剤である。充填工法が始められた頃には石膏に少量の石灰を加えた固化剤が使用されていたが、その後セメント系の固化剤が一般に使用されるようになった。なおこの工事で予定されている総充填面積は90,000m<sup>2</sup>で、Aプラントのキラスラリー製造能力は110m<sup>3</sup>/hrとのことである。

## 2) 充填工事と事後点検

この充填工事は高速自動車道の基礎の保全を目的とするものであるために、通常の場合より大きな強度が要求されている。特に橋梁部については $400\text{kN/m}^2$ という大きな強度が設定されている。土工部の場合でも $100\text{kN/m}^2$ であり、通常の宅地などの $20\text{kN/m}^2$ を大きく上回っている。もう一つの特徴は道路計画に従って限定された範囲内の充填が要求されているため、橋梁部・土工部のそれぞれについて流動性の低い端部材と、流動しやすい中詰材とを使用し目的に応じた作業を行っている点である。端部材と中詰材の配合基準については、その一部を充填材の開発の章で紹介した。

この工事ではある範囲を充填する時は、まず周囲部に短い間隔で掘削した充填孔から次々に端部材を注入し、周囲をすっきり固めてから残った中心部に連続的に中詰材を注入する。その間観測孔を通じて音響測深探査器で空洞の状況・充填進行状況などを観察しており、最終的には充填感知センサーで充填材が予定範囲を充たしたことを確認する。充填終了後は確認ボーリングで充填状況や充填材のコアを採取して強度を測定し、28日後に目標強度が発現するのを確認することが義務付けられている。

可児の場合は特殊なケースなのでこのような複雑な施工が行われているが、宅地造成の場合も限定充填が必要なことがあり、今後の参考となる事例を提供していると言える。

## 3) 環境モニタリング

空洞の充填を試みた最初の実験工事の時から不安が持たれていたのが環境の保全である。充填スラリーは固化剤の影響で強アルカリ性(pH12~14)となっており、これが河川や地下水に影響を与える可能性が指摘されていた。特に地下水との反応については初期の段階で実験が行われ、充填材が地下水に溶出する割合はきわめて小さいことが明らかにされた。むしろ充填工事によって地下水の流れを遮断することによる影響の評価が重要とされている(原嶋, 1981)。また空洞上位の地盤のひび割れを通じて充填スラリーが地上や川底に噴出した例も少なくない。特に住宅地などで地上噴出が起こった時は大きな問題になりかねないことは言うまでもない。

従って協会でも環境問題には大きな関心を持ち、空洞充てん施工マニュアル(1995)でもかなりのスペースを割いて環境モニタリングシステムの確立を提案している。また現在では施工の際に、構造物の傾斜変化などを常時観測して充填速度や量を適切に管理することも行われている。いずれにしても現地の状況に応じて施工を行うことがスラリーの噴出の予防につながることは言うまでもない。

可児の工事でもその点は十分な注意を払って環境管理を行っており、現在のところ問題は発生していない。

## 6. 充てん協会の今後の役割

充てん協会は今年で設立満25年を迎えた。協会をとりまく環境も最初の十数年間と現在では様変わりしたと言ってよい。すでに空洞調査や充填施工について、多くの会員会社が直接受注できるだけの経験を積んできており、公共工事や宅地開発事業の激減もあって、協会が果たすべき役割も大きく見直すべき時期に来ていると言える。

故飯田会長が主導された総括的な技術普及は新しい役割の一つと言えよう。充てん協会では創立以来、年2回の技術サロンの開催・総会の後の記念卓話・見学会の開催などによって技術普及に努める他、機関誌「充てん」を発行して上記の行事のフォローと情報の伝達を行って来た。このようにして蓄積されて来た経験と知識を集約して、「空洞充填施工マニュアル」(初版1985年、改訂版1995年)とその一部改定の解説(2000)及び「空洞調査マニュアル」(1995)が出版・配布されている(写真8)。

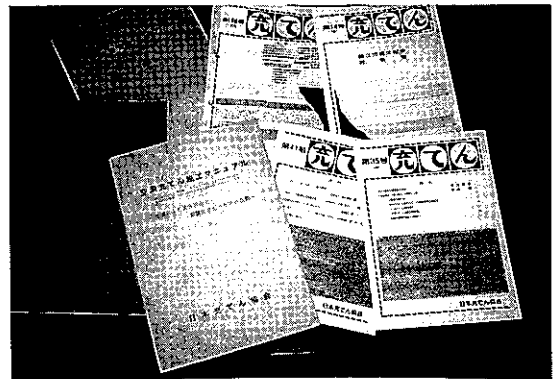


写真8 日本充てん協会の出版物。



最近10年間の充てん協会は、既に事業団体ではなく業界の会費で運営される学術的な団体に変貌していると言えよう。

現在協会として実施しつつある課題の一つは、充填工事の評価である。これは会員会社が行っている充填工事について、技術委員会のメンバーが工事途中及び完了時に2回にわたって工事状況をチェックし、その結果について川本会長名の評価書を発行するというシステムである。このような内部的な評価体勢は充てん協会ならではのもので、これによって間接的に技術指導を行うと共に、会員会社の工事に対する社会的な信頼を高めることを目指している。技術委員会ではこの他にも、「空洞調査マニュアル」の補遺として調査事例集の編集を行っており、近く刊行される予定である。

ただ最近の協会の活動が若干消極的に過ぎたことは、多くの方々からも指摘されている。今後は活動状況を積極的に発信して技術の交流に努めると共に、協会の信用を高めることを目標に活動を続けていきたいと考えている。

なお本報告の内容について、川本眺万会長から種々貴重なコメントとご教示を、事務局長の富成武雄氏から協会発足当時の事情について貴重な情報

を頂いた。また日頃から、幸田正裕(日本舗道)、杉浦乾郎(飛鳥建設)、小松幹雄(川崎地質)、近藤善教の各氏を始めとする技術委員の方々からは多くの助言・ご支援を頂いている。この機会に深謝の意を表したい。

日本充てん協会のホームページ：

<http://www.juten-jp.com/>

#### 文 献

- 地質調査所編(1960)：日本鉱産誌、V-a、775p.  
 原嶋亮二(1981)環境質への影響。充てん、No.3、10-13。  
 藤井紀之(2002)：東海環状可児亜炭坑充填工事を見学して。充てん、No.41、13-19。  
 飯田汲事(1983)：亜炭採掘古洞の重力探査。充てん、No.5-6、5-14。  
 岩田 淳(1998)：宅地造成開発に伴う亜炭採掘跡地の陥没危険度評価。充てん、No.34、10-20。  
 御嵩町編(1994)：御嵩町史、通史編(上下巻)。  
 日本充てん協会(1995)：空洞充てん施工マニュアル、60p。  
 日本充てん協会(1995)：空洞調査マニュアル、82p。  
 岡田 久(1987)：日本充てん協会の誕生。充てん、No.14、3-8。  
 吉田史郎・尾崎正紀(1986)：半田地域の地質、地域地質研究報告(5万分の1地質図幅)。地質調査所、98p。

FUJII Noriyuki (2002) : Exploration and Engineering Technology for underground filling, originally developed in the Tokai Province.

<受付：2002年3月27日>