

# 廃棄物埋立地盤の跡地利用に関するシンポジウム開催報告

廃棄物埋立地盤の早期有効利用技術に関する研究委員会

## 1. はじめに

廃棄物埋立地盤の跡地利用に関するシンポジウムは、平成3年11月12日東京都内全電通労働会館にて、126名の参加者を得て開催された。調査部の廃棄物埋立地盤の早期有効利用技術に関する研究委員会（嘉門雅史委員長）の主催によるものであり、一般から投稿された16編の研究発表と、同委員会のあしかけ4年間に及ぶ委員会報告との二本立てで構成された。

廃棄物問題は優れてローカリティーの高いものであるが、その量が莫大なものであり世界各国に共通の問題であるから、地球環境問題の一つとして近年大きく取り上げられている。本シンポジウムでも大変活発な討論が見られ、この分野における関心の高さを物語っている。

以下には、在来埋立地分科会と新規埋立地分科会との二つの分科会に分かれて実施された委員会活動の報告内容の概要をとりまとめて示すとともに、一般投稿論文に対する三つのセッションについて、発表内容と討論の状況を紹介する。（嘉門雅史）

## 2. 在来埋立地分科会報告

在来埋立地分科会では、既に全国各地に数多く存在している一般廃棄物の埋立地盤について、現状把握を行い、その中から廃棄物埋立地盤の早期有効利用技術に関する、土質工学的資料および課題を得ようという目的で研究・調査活動が開始された。調査・研究の対象として一般廃棄物に絞ったのは、早期有効利用という観点から最も身近な地盤であり、多くの情報が得やすく、比較的短期間にまとめることが可能と判断されたためである。そして、そのためにはまずアンケート調査を実施し、その結果を集約することが最善ということになり、平成元年度から同2年度にかけて実施された。

「全国清掃年鑑」に登録されている約2400箇所の

一般廃棄物の処分場の中から、規模・地域・組織・機関などを考慮して選定し、47の都道府県、62の県庁所在地および政令指定都市、85の市、53の組合に発送して御協力をお願いした。あわせて、廃棄物埋立地盤の有効利用をしている機関や組織の照会依頼も、47都道府県をお願いした。また、アンケートの内容は、埋立完了処分場と埋立中の処分場とに分け、処分方法・処分場・跡地利用計画や状況・管理状況・諸対策などについて約60項目の設問を設定した。

第1次の集計の時点では、アンケートの発送先が必ずしも適切な機関とはなっていなかった部分もあったため、廃棄物埋立地盤の有効利用の実績を有している7市1組合に、再度アンケートを発送して御協力をお願いした。

最終的には、埋立完了処分場では75箇所、埋立中の処分場では116箇所分のアンケートの回答結果が得られた。ここで、御協力をいただいた関係各機関の担当者の方に、厚くお礼を申し上げます。

当分科会における活動報告のまとめに当たっての各委員の分担は次のとおりである。

アンケートの集計結果

国際航業(株) 水野 廣・千葉市 田中富雄

廃棄物地盤の特性

東京都 清水恵助

廃棄物地盤の調査技術

中堀ソイルコーナー(株) 岡田純治

廃棄物地盤の環境問題 復建調査設計(株) 中ノ堂裕文

廃棄物地盤の地盤改良 日本国土開発(株) 森 國夫

廃棄物地盤の施設（構造物）

中堀ソイルコーナー(株) 岡田純治

廃棄物地盤の関連文献調査 竹中土木(株) 奥村良介

アンケートの集計結果については、各設問ごとに埋立完了処分場と埋立中処分場を比較しながら、グラフ化して解説したが、今後の有効な資料として供する目的で、全設問についての同様な結果を論文集に収録してあるので、詳細は論文集を参照されたい。

「廃棄物地盤の特性」は、これまで比較的系統的

に調査されてきた東京港におけるごみ埋立地盤の結果を、概略的に説明したものである。東京という特殊な大都市の内容であるが、一応のごみ地盤の地盤工学的性質を把握しているほか、ごみ質を始め土質工学的な各指数の経年変化傾向が示されている。

「廃棄物地盤の調査技術」においては、大阪港の例として、最近の新しい調査技術とその結果を紹介している。廃棄物地盤における乱さない試料の採取法と、それらの試料を用いた力学試験結果が報告されている。そのほか、原位置や現場の各試験・測定などの概略的紹介も行っている。

「環境問題」では、廃棄物の最終処分場の跡地利用に際して問題となる、浸出水や発生ガスなどの環境影響要因について解説したものである。それらの経年変化や影響によって発生する問題も扱っている。

「地盤改良」については、今回のアンケート結果に現れている例や、これまでに実施されてきた各改良工法の実績と問題点を指摘しているほか、改良に伴うガス対策についても触れている。

「廃棄物地盤における施設（構造物）」では、廃棄物地盤の有効利用で最も問題となる、地盤沈下の計算方法について、これまでに提案されている例を紹介しているほか、種々の構造物に関する実施例や注意点を述べている。

以上の早期有効利用の技術については、現状の紹介のほかに、やや踏み込んだ積極的な提案も行っている。

「廃棄物埋立地盤に関する文献」については、最近10年間の関係文献のリストを、海外の主な論文も含めて紹介している。（清水恵助）

### 3. 新期埋立地分科会報告

新期埋立地分科会は、廃棄物の分別収集と焼却処理・処分の現状および将来を考慮し、埋立物別の跡地利用を念頭に置いた望ましい処理・処分の技術を検討した。また、廃棄物や産業副産物の土木資材への有効利用技術についても検討した。とりわけ、大量に発生し、かつそのほとんどが埋立処分されている石炭灰、建設廃材、廃棄物ではないが産業副産物である建設残土、高含水浚渫土砂の利用を取り上げた。有害物を含む廃棄物に対応した特殊な処理・処分についても言及した。現状では極めて困難なごみ

地盤の調査・サンプリング、試験法等についてレビューし、今後の研究課題を抽出・整理した。最後に、現在各方面から提示されている近未来ビッグプロジェクトの中で考えられている廃棄物の新しい処理・処分・有効利用システムを紹介した。分科会での課題別担当委員は下記のとおりである。

一般廃棄物	大成建設㈱	田代久美
一般廃棄物の焼却灰	小野田ケミコ㈱	下田正雄
下水汚泥の焼却灰		同 上
石炭灰	清水建設㈱	堀内澄夫
プラスチック廃棄物（廃プラ）		同 上
特殊な処理・処分		
	㈱基礎工学コンサルタント	長坂勇二
建設廃棄物	運輸省 北誥昌樹・建設省	下保 修
サンプリングと試験法	東海大学	綿引恵一
将来プロジェクトにおける廃棄物		
	清水建設㈱	堀内澄夫

なお、苗村正三委員（建設省）、水野貞夫委員（財）クリーンジャパンセンター）、斉藤 真 委員（厚生省）および土田 孝（運輸省）、池口 孝（厚生省）の元委員には全般にわたって御協力をいただいた。

与えられた紙数の中で上記の各項目の紹介は無理である。したがって詳細は発表論文集第3項および第4項、参考文献4.2を参照されたい。ここでは、分科会討議の中で特徴的に論議された跡地利用を念頭に置いた新期の埋立地および廃棄物等の土木資材への有効利用への「好ましい姿」について紹介をしたい。

#### ＜処分のための埋立から使うための埋立へ＞

「衛生的に容積を減らした安定な埋立」が完全に実行できたとしても、その埋立地を別の目的に早期利用するには、「特殊な（軟弱）地盤対策」を必要としその費用も膨大である。計画中の埋立地の寿命は、10年程度に設定されるものが多いが、その後の利用計画を極力明確にして、それに対応した埋立を行うことが望まれる。土地造成の一手法と考える処分である。

#### ＜複雑なごみ地盤を造らない＞

多種類のごみの混合物を埋め立てれば、最新の地盤工学の技術を応用したとしてもその特性を正しく評価することはできない。“ごみ地盤は本来一様でない”として対処する時、地盤工学はほとんど役に立たない。分別収集・処理、リサイクルの方向が進

## 学会活動から

み、それに対応した「分別埋立」が行われることで、埋立地盤としての一様性を確保することが強く望まれる。

建設副産物である残土、浚渫土砂についても他工事への転用、改良により高品質土に変えて有効に利用するためには分別化による土性の一様化が不可欠である。

＜ごみの山で快適な景観と緑地を創り出すことは土地の高度利用であり、未来のための資源の貯留でもある。＞

土地利用の進んだ大都市周辺で緑地・公園用地を求めることは至難な現状にあるが、需要はますます高まっている。港湾の背後地の多くは、平坦な埋立地と工場・倉庫等の建物群である。これでは入出港時に心おどる景観を期待できない。海と船と緑の山とが創り出す好ましい景観は、多くの人々にとっての港湾の重要な機能でもある。残土や廃棄物によってでき上がる新しい土地にこれらの機能を背負ってもらうことができる。将来、廃棄物の資源としてのリサイクル技術が進歩した時には、この山の中味は高密度に蓄積された資源となろう。このためにも分別埋立が重要な条件である。

## ＜ごみ地盤の研究には夢がある＞

汚ない、臭いごみ地盤を有効に利用するには、土質工学の力が不可欠である。悪条件の重なった特殊な（軟弱）地盤地を誰が美しい公園・緑地、住宅地に変えることができるか。若干オーバーな言い方ではあるが、ごみを処理・処分しながらこんなことができる土木・土質技術者は幸せ者であろう。昨今話題となっている「持続的開発を保障するための技術」の一つとして環境地盤工学があり、その中心的課題としてごみ地盤に関する土質工学があげられる。多くの会員の力でますますの発展が期待される。

（長坂勇二）

## 4. セッション I

## I-1 石炭灰の有効利用に向けての基礎的研究

宮川英也・棚橋由彦・後藤恵之介・田沢好一郎

## I-2 流動床ボイラー石炭灰の固化処理による有効利用

嘉門雅史・勝見 武・今西秀公

## I-3 フライアッシュによるまさ土の安定処理に関する研究

富田武満・田辺和康・山崎恭司・上村克己

## I-4 埋立材料としての焼却灰の力学的特性

三宅達夫・和田新郷

## I-5 廃棄物の土質力学的特性とその改良方法

一破碎ごみ・プラスチック類を中心にー

平田登基男・花嶋正孝・松藤康司・柳瀬龍二

## I-6 模型実験における廃棄物埋立地盤の10年後の物性値について

花嶋正孝・長野修治・中之堂裕文・高濱繁盛・室田博文

I-1 火力発電所のフライアッシュの物理・力学特性を測定し、軟弱地盤の軽量盛土材、路床材への有効利用を目指し、硬化材としてセメント、軽量材としてEPS（軽量発泡スチロール）ビーズを使用し、その配合、養生条件について基礎的研究をしたものである。この報告に対して、CBR試験のモールドの径の違いについては結果判定での影響が大きいと思われ、その結果の利用には注意が必要であるとの指摘があった。

I-2 火力発電所の比較的新しい燃焼方式の流動床燃焼式から出る流動床ボイラー石炭灰の諸性質の把握と有効利用法としての埋立地盤材への適用に関する研究報告である。この流動床灰は従来の微粉炭灰と異なり未燃炭素分が多く、水との練り混ぜ時に反応成分の溶解現象と考えられるコンシステンシー変化が養生後の材料の諸特性に影響することに着目し、セメント系固化材の一種である炭酸アルミネート系塩材料（CAS材）の固化反応への貢献を確認している。また、このような廃棄物あるいは軟弱地盤の化学的安定処理に伴って発生するアルカリ二次公害への対策として、pH調整用薬剤硫酸バンド溶液をCAS材と複合利用することで、強度獲得と同時に処理混合物からの浸出水のpHの抑制をも実現できる可能性のあることを示している。この報告に対し、配合水量に関して質疑応答があった。

I-3 石炭の輸入割当制撤廃による海外炭の増加による石炭灰（フライアッシュ）の変化に注目し、化学組成の異なる2種のフライアッシュを用い、まさ土の安定処理材としての特性を検討したものである。結果として、フライアッシュの構成鉱物はムライトの結晶鉱物と石灰および石膏を含有し、ポゾラン反応に関与する $\text{SiO}_2$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ が70～90%を占める。また、処理材添加直後には締固め効果が期待できないものの、締固め後の化学的固化作用による安定処理効果が期待できることを報告している。

I-4 関西圏で現在進行中の広域廃棄物埋立処分場の一つである尼崎フェニックス管理型工区で投棄中の一般廃棄物焼却灰と下水汚泥焼却灰を使い、混合比を変えた試料を使い遠心力载荷試験装置で混合焼却灰投入シミュレーションを行い、その試料で圧縮性、締固め性およびせん断特性について検討したものである。結果として、砂質土仕様の一般廃棄物焼却灰と細粒土仕様の下水汚泥焼却灰を混合することで圧縮性は小さくなり、効率的な投棄につながる。また、下水汚泥焼却灰の混合比を増加させることは細粒分の増加によって、圧縮性・透水性・乾燥密度・コーン指数が共に小さい方に変化することを報告している。

I-5 高圧縮性や低せん断強度のため、最終処分場での施工および埋立跡地利用上問題の多い、破碎ごみとプラスチックに焼却灰を混合し、大型土質試験装置を使い土質力学的検討をしたものである。結果として、焼却灰の混入により、締固め特性が改良されるもののあることを示している。また、破碎ごみの混合率を30%を最大に採ったのは現地での混合率が15%前後であることと、10%（焼却灰混入比率10）のあたりに変曲点のあることによるとの補足説明があった。

I-6 充填後10年を経過し分解が進行した状態の実験槽の廃棄物について、現場密度試験、現場透水試験を行い、各種室内土質試験値との比較を行うとともに、水質分析、ガス分析も実施し、経時変化について報告したものである。密度検層をボーリング孔を使って放射能検層法（ガンマー検層）により行い、土槽内の全試料の質量と体積を測定し検証し、その信頼性について検討している。透水試験についても土槽全体と室内での要素試験を対比検討している。総じて、試料の不均一性に起因する不整合はあるものの経時変化を捕らえた貴重な報告となっている。（喜田大三）

## 5. セッションII

発表された論文は次の7編であった。

### II-1 海面埋立廃棄物処分場の地盤特性

一沈下を主として一

波多野清史・岡田純治・花房宏安・谷口 清

### II-2 大阪湾境地区埋立処分地と地盤改良工法の適用

中世古幸次郎・橋本 正・高見邦幸・長屋淳一

### II-3 重錘落下締固め工法による廃棄物地盤の改良

鳴海直信・池田通陽

### II-4 一般廃棄物埋立地盤の跡地利用のための地盤改良事例について

石川浩次・小野 論

### II-5 一般廃棄物埋立地盤を利用した工場団地の建設事例

斎藤伺郎

### II-6 簡易な物理探査手法を利用した廃棄物埋立層の調査

香村一夫・楡井 久

### II-7 廃棄物埋立地盤における地盤性状モニタリング

中山 淳

このセッションでは、廃棄物地盤の調査例や地盤改良例などが中心となっている。以下各発表の内容と討論の概要を紹介したい。

II-1は、廃棄物層の乱さない採取試料による室内試験結果を用い、廃棄物層の沈下を推定し実測値との比較も行っている。理論に基づく沈下と腐食分解による沈下とに分け、前者については、空中部分では圧縮沈下が、水中部分では圧密沈下が、可燃物のうちの紙類では分解沈下が、それぞれ生じるものとして検討を進めている。なお、圧密理論との整合性や室内の圧密試験に際してのポーラストーンの目詰まり、計算に用いた代表値のとり方などに関し、活発な質問と議論があった。

II-2では、廃棄物を埋立処分するに際して、軟弱沖積粘土層上に産業廃棄物を投棄し、強制的に旧海底の粘土層を押し出して廃棄物を置換し、廃棄物を粘土層で包み込むという独特な埋立工法を紹介したもので、付近に残存した粘土層の地盤改良についても述べている。区割り堤の実施動機とその遮水効果について、また、側方流動や円形すべりのチェックの有無などについての質疑応答があった。

II-3は、最近その適用例が増加している重錘落下締固め工法のいくつかの施工例について、 $N$ 値などによる改良の結果比較や、改良地盤上に建設された主要構造物の状況調査結果を報告したものである。重錘落下後の凹所の埋戻し材の考慮についての質疑のほか、適用処分場に関して、管理処分場におけるシートへの影響は、直接そこへ衝撃を当てない限り問題はないとの回答があった。

II-4では、一般廃棄物埋立地盤の跡地利用のための地盤改良工法として、プレロード工法を採用した例を紹介したものである。しかし、内容的には改良

## 学会活動から

工法を実施するまでの、廃棄物地盤に関する事前の調査結果が多く、特に発生ガスについての測定結果が詳しく報告されている。発表に対して、プレロードが採用された理由（場所的な理由および安価のため）の確認のほか、ガス対策としての強制換気の目安、メタンガス3%の根拠やごみ組成などについて質疑応答があった。

II-5は、一般廃棄物地盤を利用した工場団地の建設事例を紹介したものである。立地が可能か否かの判断をする第1次調査を経て、ごみ層の諸分析・土質試験・諸測定などの第2～3次調査を行い、工場団地の設計・施工に当たってのコンクリートの腐食やガスなどの多くの対策について検討した結果を紹介している。立地条件や沈下の見込み量、浸出水の排水状態、設計条件としての廃棄物の除去量、ごみ地盤と食品工業団地との関係などについて、活発な質疑応答があった。

II-6の論文では、比較的簡易な電気探査や常時微動測定などによって、廃棄物層の構造や堆積状況を把握しようとした調査事例を紹介している。電気探査各測線ごとの断面図が得られているが、実際の廃棄物層の特定にはボーリングを併用し、その結果を比較することにより、今後の裏付けの実績を重ねる必要があろう。また、常時微動の測定結果の解析では、廃棄物地盤の地震時振動特性や地盤の安定度判断の目安になる可能性が報告されている。

II-7では、廃棄物埋立地盤におけるモニタリングを、種々のセンサーを埋設し、沈下・間隙水圧・温度・ガス・単位体積重量などの地盤性状を監視して実施しようとするシステムを紹介している。討論では、廃棄物の中の水圧と気圧を分離して測定する意義や、記録に現れた微小反応の精度保証などについての議論があった。

（清水恵助）

## 6. セッションⅢ

本セッションは、廃棄物埋立の今後の動向に関する提案等に関する研究を取り扱ったものである。

Ⅲ-1 焼却灰処理処分の現状と有効利用，資源化への道  
下田正雄

Ⅲ-2 港湾における廃棄物埋立処分場の建設状況と見通し  
金沢 寛・小谷 拓・奥谷 丈

Ⅲ-3 大阪湾における廃棄物埋立等による人工島構想提

案の事例紹介 三浦昭爾・吉村佳映・岡本武樹

Ⅲ-1では、焼却灰の処理処分を中心に将来の方向性として有効利用，資源化への道を検討した。焼却灰の現状の考察から焼却残渣を5%以下に抑えることの重要性を提言し、それによって埋立処分後のガス発生，有害浸出水の防止等に役立つとしている。対象となる焼却灰は一般廃棄物のみでなく，下水汚泥等を含めたものであるが，無害化のために固型化・溶解化することによって高度有効利用の方策が拡大することを，特に固型化時の有害物質の固定メカニズムに基づいて解説した。さらに資源化として建設省を中心に，検討中のセメント原料としてのリサイクルシステムの紹介等があった。

Ⅲ-2では，港湾での廃棄物処分場の今後の動向をまとめている。昭和48年以来取り組まれている港湾における廃棄物埋立護岸の整備状況ならびに廃棄物処分場の跡地利用状況を考察し，港湾における処分場の規模・受入量は，ともに処分場の全国平均と比較して著しく大きいことが特徴である。しかしながら，跡地利用は必ずしも十分には進んでおらず，緑地としての利用が40%に達している。今後は運輸省としても跡地利用をあらかじめ設定した上での廃棄物受入れ，信頼性の高い処分体系の確立をめざすという決意表明があった。

Ⅲ-3では，廃棄物埋立処分に積極的に取り組んだ大規模人工島構想を紹介した。大阪湾における阪神国際海上都市構想の一環として「エコランド1990」が提案されたものである。1000 ha以上に及ぶ同構想の基本理念は，人間と自然が調和し共生することを志向したエコロジカルな人工島建設であり，その大部分の地域を廃棄物で埋立てるのみでなく，人工島完成後の利用に当たって廃棄物を他地域へ出さないクローズドシステムを採用している点に特徴を有している。ここでは建設にあたっての関連工法・技術として朝夕流解析・造成手法・護岸構造等についての説明があった。

討論では，Ⅲ-1の焼却灰中の有害物質の無害化技術に関連して，6価クロムの固定がセメントで確実にいえるかどうか，各種セメントの有害物質固定能力についての確認があった。また溶解化によって重金属の溶出抑止効果が高いことの追加説明があった。Ⅲ-2については，廃棄物埋立護岸に関連する埋

立量のデータには、埋立用土として使われた浚渫土による埋立のデータは入っていないという補足説明があり、III-3についてはエコランド1990のフージビリティスタディーに関連して岸から離れすぎているかという指摘があったが、大阪湾全体としての広域計画の一環からバランスをはかっているという回答であった。

## 7. おわりに

廃棄物埋立地盤にかかわる問題はこのシンポジウムにも取り上げられているように、廃棄物そのものの特性について時間の経過に伴う物質変化を含めて把握するとともに、埋立に際しての前処理技術の確立（二次的な環境問題を派生しない最適解の技術開発）、護岸構造・ライナー手法を含めて跡地利用に支障をきたさない埋立造成技術の確立、さらに既存

埋立地の調査・管理技術・地盤改良技術開発など多くの課題を有している。これらの課題について現在各方面からやっと積極的な研究が取り組まれ出したものであり、このシンポジウムを契機に一層の発展が期待される。

土質工学会では、昭和55年以来継続して上記のような環境地盤工学に関する研究が調査部における委員会活動として取組まれ、この方面の研究のリーダーシップを発揮してきた。しかしながら、このシンポジウムによって廃棄物埋立地盤の早期有効利用技術に関する研究委員会が終了する。平成4年度以降の新規委員会設立申請は残念ながら採択されなかったが、環境地盤工学に関する研究の重要性・緊急性に鑑み、土質工学会会員有志が協力し、新しい取組みの場が創設されることを念願する次第である。

（嘉門雅史）

（原稿受理 1992.1.16）

## 訂 正

本誌11月号（Vol. 39, No. 11, 通巻406号, 1991年）にて下記のような誤りがありましたので、ここに訂正いたします。

### 記

11月号 講座 藤田豊英・澤田 正著「建設工事における土と環境計測」

4. 建設工事における環境計測の事例 4.10 残土処理

98ページ 参考文献1)の著者名と No.

誤 辻 秀夫・松元直也

誤 Vol. 16, No. 3

正 辻 英夫・松本直也

正 Vol. 16, No. 2