

8. 地盤環境

【土壌浄化・不溶化】 ㈱鴻池組 大山 将

1. はじめに

学会初日、オープニングセッションに多数の参加を頂いた。土壌浄化・不溶化分野の研究成果への関心の高さを示したものと見える。原位置浄化、バイオレメディエーションに関して3編、原位置不溶化、不溶化・吸着材料に関して6編の発表があった。

2. 研究及び技術動向

2.1 土壌浄化

土壌・地下水汚染に対して原位置浄化のニーズは高く、特に地下水汚染の揚水・注水による浄化に関して数年来活発に報告がなされている。今回は、軟弱地盤の圧密促進工法に用いられるプラスチックボードドレーンを活用した揚水・注水工法について、現場試験の結果が報告された。試験は透水係数が 10^{-3} cm/s程度の細砂層で実施されたが、実地盤での試験データは非常に貴重である。今後、ターゲットである低透水性地盤における適用性も確認される予定とのことで、技術の進展が期待される。

油汚染土壌に対するバイオパイル実証実験では、現場スケールならでの不具合や効果のばらつきが報告され、室内試験を行ううえでも参考となるであろう。

ひ素に対するバイオレメディエーションを検討した報告では、ひ素含有量の低減メカニズムがバイオボラタリゼーション（微生物によるひ素の揮発）であることから、揮発時の化学種の同定や環境インパクトに関するデータ収集および丁寧な説明が重要であると感じた。

2.2 不溶化

酸化マグネシウム（MgO）による不溶化に関して、ふっ素不溶化時のメカニズムや、主要な不溶化機構のひとつと推定される水酸化マグネシウム生成に関する報告があった。ふっ素不溶化処理ではMgO系材料が適用されるケースが多く、そのメカニズム解明は不溶化技術の信頼性の向上や、不溶化効果の持続に関する検証につながるものとする。今後、実汚染土壌を使用した検討もなされ、理想的な条件（模擬汚染土壌）での検討結果が実汚染土壌でもうまく説明できるのかが検証されることを期待したい。その他、カルシウム／マグネシウム系複合材料の不溶化メカニズムや、鉄粉に添加剤を併用した材料の吸着メカニズム、鉛・アンチモン不溶化時における汚染物質の微視的挙動に関する報告がなされた。

3. まとめ

不溶化についてはいずれも室内での検討結果であるが、不溶化メカニズムの考察に関する発表が多くなってきており、研究の進展が今後大いに期待される。他方、不溶化の最大の懸念は長期的な効果の持続であり、不溶化メ

カニズム等の研究では是非この点を念頭において頂き、不溶化技術の信頼性向上に寄与して頂きたい。

【吸着・移動モデル】 日本工営㈱ 鈴木弘明

1. はじめに

本報告は、地盤環境の内、吸着・移動モデルに関する8編の研究発表が対象である。研究発表は、①放射性セシウムを代表とする有害金属イオンの吸着に関する研究、②土壌・地下水汚染物質の移動に関する研究の二つに大別された。

2. 研究及び技術動向

吸着に関する研究としては、現在の社会的課題を反映して福島第一原子力発電所事故由来の放射性セシウムに関するものが主要である。土の粒径と放射性セシウム吸着量との関係に着目した研究では、細粒分側に多く吸着する特性を明らかにするとともに、除染への適用（分級）のための基礎的研究が行われている。また、放射性セシウムの吸着剤としてゼオライトの利用では、現実的な土木資材として現場への適用を考慮した研究や効率的な再利用に関する研究が行われている。なお、放射性セシウム以外の吸着に関する研究として、掘削岩等による自然由来の有害物質溶出対策として用いられている吸着層工法について、妨害等を考慮した適用性の研究が行われている。

土壌・地下水汚染に関する物質の移動に関する研究では、飽和・不飽和地盤内の有害物質の拡散係数に関する基礎的実験が行われ、また、水-空気-油の三相系のより精密な物質移動を明らかにする目的で、特性曲線モデルの検討及び新たなモデルシミュレーションに関する研究が行われている。

3. まとめ

焼却灰から溶出する放射性セシウムや岩石材料から溶出する自然由来重金属等に対する吸着層工法に関する研究は、特に不飽和帯における設計手法の確立のためにも重要な役割を負っている。なお、直接、吸着現象の研究とは結びつかないが、土壌の細粒分側に多く吸着された放射性セシウムの分級による除染に関する研究は、放射性物質汚染土壌の減容化手法の確立に向けた重要な課題である。

また、地盤内の汚染物質の移動に関する研究では、土壌・地下水汚染のリスク評価や最適な対策工法検討を実施する上で重要な課題と考えられる。

以上、これらの研究は、全体にニーズの高い課題に対するものであり、今後の進展が望まれるものである。

【処分場】 ㈱環境地質 大野博之

1. はじめに

本報告の対象は、地盤環境の内、処分場のセッションの6編の論文である。

2. 研究及び技術動向

廃棄物には、廃棄物処理法で定められている一般廃棄物・産業廃棄物の他に放射性廃棄物などもあるが、これら廃棄物を最終的に処分する場として処分場がある。本セッションはこうした処分場に係るものである。

廃棄物の処分場には、貯留機能、しゃ水機能、処理機能が求められる。近年の研究・技術動向としては、こうした機能それぞれに関するものが多い。

本セッションでは、貯留・しゃ水機能の維持の観点から埋立地内のすべりを検討した研究・技術事例、周辺環境への影響の防止のための“しゃ水機能”を持たせるための放射性廃棄物の埋戻し材に関する研究・技術事例、周辺環境に影響を及ぼしているような貯留・しゃ水機能が不備となっている不適正処分場などで実施されることの多い再生・掘起し事業に関する事例が示された。

さらに、廃棄物は最終的に無害な状態に処理される(廃棄物が安定化する)ことが望ましく、そのための処理機能を持つ必要がある。こうした廃棄物の安定化を促進させるための研究・技術事例も示された。

このように、処分場の機能維持に関する事例が多く示され、これまでの動向としてはそうした方向性であると思われる。しかし、「徳島県南海トラフ巨大地震等に係る震災に強い社会づくり条例」などにもみられるように、処分場周辺の活断層や地すべりなども、最近問題視されるようになってきている。すなわち、最近では、処分場内だけでなく処分場周辺にも目を向けられるようになってきつつあるといえよう。

3. ま と め

処分場に求められる機能を維持していくためには、その処分場が災害に強い、安全な処分場であることが求められる。そのためには、処分場内における地盤環境工学的な検討に加え、周辺も含めた地形・地質の観点からの検討も必要となる。例えば、東日本大震災で発生した指定廃棄物の処分場の候補地選定には「災害リスクの少ない安定した場所に設置」することが重要であると環境省が示しているように、活断層や地すべりに対する対応等が重要性を増している。今後は、こうした点の研究・技術も進んでいくことであろう。

【生物・植物の利用、塩対策】

鹿島建設(株) 小澤一喜

1. はじめに

本セッションでは微生物を利用した地盤改良の実施や燃料電池の性能評価及び塩害の対策・評価に関する発表

が行われた。発表者の構成は、大学6件、公的研究機関1件、民間企業3件となっていた。

2. 研究及び技術動向

地盤改良に関する研究では、微生物を利用した場合、通常の固化材を用いた改良よりも効果は穏やかであるが、環境負荷が小さく、また、条件が揃えばメンテナンスフリーで効果が発揮されるという報告があった。このような研究は近年、盛んに行われているが、効果を定量化することが課題であり、現時点では設計に盛り込むことはむずかしい。しかし、強度増加、透水性低下のように定量的に効果を求められるものではなく、植生による法面保護等と同等な位置付けであれば、十分に実用化が可能と思われる。

燃料電池については堆積土や稲わらなどの不要物や副産物を利用した発電技術に関する研究であり、実用段階にあるとは言えないが、安価な電力の確保という観点からは確実にニーズがあるものであり、地盤工学的見地からの研究として息の長いものになっていけば良いと思われる。

塩害対策については、東日本大震災で津波により浸水した地域の農用地を対象としたものとアジア地域等の塩害(蒸発散による土壌含有塩類の濃縮)を対象としたものであり、稲作への影響評価や植物による除塩効果を評価するものであった。このような研究は現在、日本国内でも差し迫ったニーズがあり、影響評価から効果的な除塩技術の確立に向けて、さらなる検討が期待される。

3. ま と め

微生物による地盤改良は効果の定量評価が難しいため、これまで実適用というよりは学術的な検討が多かったが、近年、地盤改良による環境負荷低減等が以前よりも注目されるようになっており、民間企業が積極的に開発に取り組んでいるという印象を受けた。今後も研究機関と民間企業が両輪で検討を進めていけば、早い段階での実適用が可能になると思われる。

世界的な人口増加に伴い発生するエネルギー不足や食糧不足からこれまで耕作が困難であった地域においても耕作を行う必要性が生じ、また、ここから発生する副産物の処理が問題になっていくと予想される。このことから、不要物や副産物を利用した発電技術や塩害に対する評価・対策については、今後、重要性が増していくと思われる。特に、塩害対策については、国内では、東日本大震災で被害を受けた地域で早急な対策が求められ、多くの研究者・技術者が対応に尽力している。ここでの成果が将来、海外で同様な問題に悩む地域の一助になることが期待される。

【地盤環境(その他)】 京都大学 高井敦史

1. はじめに

本報告では、地盤環境(その他)で発表された8編

について総括する。本セッションでは、振動問題への対応（3編）、津波堆積土の特性（1編）、生態系配慮型の山腹工の適用（1編）、流水客土の歴史と概要（2編）、カメルーンでの版築施工（1編）について発表がなされた。

2. 研究及び技術動向

振動問題に関しては、列車振動の伝播特性評価と、防振壁による振動低減効果について発表がなされた。前者に関しては、列車の走行に起因する振動の周辺地盤への伝播特性は、車輛編成に依らず地盤の構造に依存することを現地モニタリングにより明らかにした。後者に関しては、パイロットスケールで試験を行い、防振壁前後での振動特性から振動低減効果を検討しており、防振壁そのものを透過する成分と、周辺を迂回して伝播される成分とを個別に定量化した点に新規性があると言えよう。

津波堆積土については、仙台平野で実施された現地調査結果に基づき、津波堆積土の平面分布特性について言及されており、津波による土砂の堆積過程解明の一助となることが期待される。また既往の古津波痕跡調査の結果に基づき、869年の貞観津波による堆積規模との比較を行っており、興味深いものであった。

白山国立公園での山腹工の適用に関しては、既存工法を組み合わせることで、斜面の安定化と生態系・景観保全という複合的な課題を同時に解決したことが報告された。定点観測による緑化効果のモニタリングが継続されており、今後の続報にも期待したい。

流水客土に関しては、これまでの事業の歴史を網羅的に取り上げるとともに、技術の概要や設計の妥当性の検証結果等が報告された。黒部川河口域の扇状地は、国内における流水客土技術の代表的な適用例であり、富山開催の本研究発表会に相応しい内容であった。

最後に、カメルーンでの版築の試験施工について発表された。カメルーンでは斜面上に農耕地が多く存在し、雨季などに肥沃な土壌層が流亡することが懸念される。その対策法の1つとして版築の適用可能性を検討したものであるが、高度な技術がなくとも現地の物資、人材で比較的簡便に実施可能な工法に焦点を当てている点で、実務的な意義は高い。今後、実装していく上での課題を克服し、技術展開されることに期待したい。

3. ま と め

本セッションは、地盤環境と一括りにしても、その内容は多岐にわたるものであった。地盤環境と言えば、放射性物質も含めた汚染物質の輸送問題や対応策に関する研究が注目されやすい。しかし、本セッションで議論されたいずれの発表も、生活環境に直結した極めて重要な地盤環境問題と言える。特に、カメルーンでの版築の試

験施工や、黒部川扇状地での流水客土技術、白山国立公園での生態系・景観配慮型山腹工のように、サイト条件を考慮し、その土地に見合った技術を導入することが今後益々重要になると考えられる。

【評価・解析】 独国立環境研究所 肴倉宏史

1. はじめに

本報告では、地盤環境汚染の評価・解析手法と修復技術を中心に、7編の研究が報告された。

2. 研究及び技術動向

評価・解析手法では、汚染物質としての有害性に関する知見の蓄積が必要なレアメタルについて、発光バクテリアを用いた急性毒性評価手法が報告された。用いた発光バクテリアは *Aliivibrio fischeri* であり、対象としたレアメタルは Li, Rb, Cs, Sr, Ba, B, Cr, Mn, Ni, Se, Mo, Sb である。このうち Ni と Sb は相対発光強度比に明らかな減少が示された。このようなバイオアッセイによる土壌汚染評価手法は各物質の有害性に関する基礎的知見の蓄積のみならず、ある汚染土壌の汚染度を総合的に示す指標の一つとして、リスクコミュニケーションのツールとしても役割が期待される。

油汚染土の評価手法に関しては、油臭評価方法について人の感覚による評価の可能性を中心に報告された。35名の被験者による6段階評価の結果、閾値として提案されている「なんの臭いであるかわかる弱い臭い」との判定は試料土の種類により異なり、また、ばらつきも大きいようであった。将来、必要によっては判定土による判定などの仕組みが有効であるように感じられた。

六価クロムの地盤環境中の移動に関する連成解析手法研究では、既往の模擬実験と解析条件を揃え、結果の整合性について考察がなされた。連成解析では、解析場を均質とするため中心線が最高濃度となるが、模擬実験ではばらつきのため必ずしも中心部が最高濃度とならない。これを再現するための解析場パラメータ調整について、フロアとの活発な討議がなされ、今後の発展が期待された。

3. ま と め

上記の他、汚染土壌の修復技術、空間線量率測定技術、生分解性樹脂の劣化進度評価技術について報告がなされた。評価・解析手法の対象範囲としては、基礎研究開発から現場適用まで幅広く、対象物質も様々であった。個々の研究については今後のさらなる発展が期待され、また、聴講する側としては幅広い知識を得られる大変良い機会であった。