

氏名	川地武
	かわち たけし
学位の種類	農学博士
学位記番号	論農博第1289号
学位授与の日付	昭和62年1月23日
学位授与の要件	学位規則第5条第2項該当
学位論文題目	滞水性地盤の止水法に関する土質化学的研究

論文調査委員 (主査) 教授 久馬一剛 教授 南 勲 教授 千田 貢

論文内容の要旨

わが国には地下水が豊富な地域が多く、建設事に伴う地下工事では地下水への対処が工事の成否を支配するといっても過言ではない。特に、都市の地下工事では滞水性の沖積層および洪積層を対象とするが、この場合には各種の止水技術が駆使される。本論文は都市の地下工事における代表的な止水法である地中連続壁工法および薬液注入工法の改良に関する土質化学的研究の経過と成果を述べたものである。ここで用いられている研究手法は従来建設分野で用いられている土木工学や土質力学ではなく、土の物理化学すなわち土質化学であり、著者は土質化学が建設分野の施工技術の開発・改良に有効であるとの考えにもとづいて研究を進めている。

論文は四部からなるが、第一部と第四部はそれぞれ序論と結論であり、研究の主要部は第二部五章、第三部七章より構成されている。第二部は地中連続壁工法における安定液として水溶性高分子ゲルを用いた逸泥防止法に関するものである。第一章では地中連続壁工法の概要、安定液の機能および逸泥防止の必要性、従来の逸泥防止法を紹介している。

第二章では逸泥防止に関する基礎実験として、ガラス玉による模擬地盤で浸透実験を行い、地中の安定液の浸透過程を検討している。その結果、安定液の浸透が毛細管内の粘性流体の流動と近似し、Hagen・Poiseuille の式などで表されることから、逸泥の防止には安定液の粘度あるいは降伏値を増大させることが有効であることを述べている。

第三章では高粘性流体として開発したガラクトマンナンを主成分とするグアーガム (Guar Gum) ゲルの特性を述べている。このゲルは、グアーガムをホウ砂によって架橋させたもので、その粘度は200～100,000センチポアズの範囲に調節することができ、系のpHによって溶液状からゲル状に可逆的に変化する。ゲルを用いた浸透実験では透水係数 10^{-1} ～ 10^0 cm/secのオーダーの模擬地盤でも逸泥防止が可能であることが判明した。

第四章ではグアーガムゲルを極めて透水係数の高い砂れき地盤の地中連続壁工法による工事に適用し、当初懸念された逸泥を防止した事例を述べている。

第五章では飲用水を揚水する水源井戸の近くで、地中連続壁工法を用いた工事にグアーガムゲルを適用した経過と結果を述べている。ここでは、本工事に先立ち計画地盤における逸泥の有無および地下水水質への影響を確認するための試験工事を行い、このゲルを用いた際の水質汚染の範囲および期間を明らかにしている。そして、本工事ではこの結果をふまえて逸泥を防止するとともに、水源井戸を汚染することなく終了している。

第三部は薬液注入工法における地盤改良効果の推定法開発に関するものである。第一章では薬液注入工法の概要と現状を述べ、解決を要する課題を提示するとともに、特に注入効果の判定に関する実用的な方法の開発が本工法の信頼性を確立するうえで不可欠であることを述べている。

第二章では水ガラス系の薬液を注入した地盤における注入材の分布を把握するため、非晶質ケイ酸の含有量を化学分析により測定する手法を注入土に適用し、注入材による土の間隙てん充率を求めている。他方、このてん充率が室内実験で作成した注入による固結体の形状や強度、あるいは透水係数を支配する重要な要因であることを明らかにしている。

第三章では化学分析によるてん充率測定法を砂地盤の四現場に適用した結果を述べている。てん充率の分布は注入方式によって異なるが、その平均値は32～57%の範囲にあり、ゲルタイム（ゲル化時間）の長い注入材の場合には比較的均一な分布を示す。また、現場でも注入による地盤改良効果はてん充率の増大につれて顕著になる。

第四章では滞水性の砂れき地盤に二重管ダブルパッカー工法を適用した際の注入効果と注入材の分布を調査した結果を述べている。ここでは、シールドトンネルの掘削の際に切羽の土を定期的に採取し、てん充率の平均値が50%以上であることを確認し、注入による効果が十分であることを裏付けている。

第五章では各種の注入工法を比較し最適なものを選択する試験工事、従来の土質試験ともにてん充率の測定を行い、各工法の注入材分布の特徴を明らかにしている。また、瞬結ゲルと緩結ゲルを併用する複合注入工法における両者の最適な比率をてん充率分布から考察している。

第六章では水ガラス系注入材の反応熱に着目した室内実験を行い、注入材が反応してゲル化する際に3～16℃の温度上昇を示すことを明らかにしている。室内注入実験でも注入材が浸透すると測定可能な温度上昇が見られ、温度上昇量から注入材による間隙てん充率を求めることができる。この方法は複雑な操作を必要としないので、現場での簡便な地盤改良推定法となるとしている。

第七章では温度計測による方法を現場に適用した結果を述べている。この方法では、注入作業の最中および直後に明瞭な温度上昇が見られ、温度上昇から求めたてん充率は、化学分析によって求めたてん充率とほぼ一致することを明らかにしている。

論文審査の結果の要旨

我が国では建設工事の重要部分を占める地下工事の際の地下水対策、すなわち止水法の良しあしが工事の成否を左右するといわれる。本研究では地下水対策工法のうち都市土木工事によく採用される地中連続壁工法および薬液注入工法の適用範囲の拡大、信頼性の向上を図るため、土質化学すなわち土の物理化学の手法および考え方を導入し、課題の解明を試みている。そして、ここで用いた土質化学的手法が施工技

術の改良にも有効であることを明らかにしている。

本論文で評価すべき第一の点は、地中連続壁工法を砂れき地盤に適用する際の問題点とされていた逸泥による地下水汚染や地盤崩壊を防止するための実用的技術を開発したことである。まず、ベントナイト泥水など安定液の地盤内での挙動を実験的に明らかにし、安定液の浸透範囲を制御するためには、その粘度および降伏値を調節する必要があることを見出した。そして、この要件をみたす安定液として天然のガラクトマンナンをホウ砂によって架橋させたグアーガムゲルを開発した。このゲルを実際の工事現場に適用し、実用化のための問題点を解決するとともに、ゲルの逸泥防止効果および地下水汚染防止効果を確認した。

評価すべき第二の点は、薬液注入工法により地盤改良を図る場合の注入効果の不確かさを解消するため、注入地盤における注入材の分布状態を定量的に把握する手法として、土の注入材含有量測定法を考案したことである。この方法を実際の注入地盤に適用した結果、従来全くわかっていなかった注入地盤における注入材の間隙てん充率が初めて明らかにされた。

さらに評価すべき第三の点は、薬液注入工法におけるてん充率の重要性をふまえ、注入材による間隙てん充率をより簡便に測定する方法を開発したことである。すなわち、水ガラス系注入材の反応熱に着目した地中温度測定によって温度上昇量から注入材の間隙てん充率を求める式を導き、その結果が化学分析によって求めたてん充率とよく一致することを明らかにした。また実際にこの方法を現場に適用し、その精度、簡便さ、即時性を確認している。

以上のように、本論文は土質化学的手法が建設分野の施工技術の改良・開発に極めて有効な手段となりうることを、室内実験だけでなく工事現場への適用によって立証しており、土壌化学の応用分野の拡大に寄与するところが極めて大きい。

よって、本論文は農学博士の学位論文として価値あるものと認める。

なお、昭和61年11月28日、論文並びにそれに関連した分野にわたり試問した結果、農学博士の学位を授与される学力が十分あるものと認めた。