

氏 名	木 暮 敬 二 こ ぐれ けい じ
学位の種類	工 学 博 士
学位記番号	工 博 第 262 号
学位授与の日付	昭 和 46 年 7 月 23 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 5 条 第 1 項 該 当
研究科・専攻	工 学 研 究 科 土 木 工 学 専 攻
学位論文題目	土の透水性とその改良に関する研究
論文調査委員	(主 査) 教 授 松尾新一郎 教 授 村山 朔 郎 教 授 柴 田 徹

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、土質工学上の諸問題を取扱う場合に重要な意義をもつ土の透水性とそれに関連する事項、とくに、土の透水性に関係する因子、締固め土の透水性と構造特性、砕かれた石の透水性、有効間ゲキ率の評価法および透水性を向上させるための射出水による土質改良工法についての実験的研究をまとめたもので、緒論、8章、結論からなっている。

緒論においては、土質工学における土の透水性の意義と重要性を述べ、本研究の目的と内容を明らかにしている。

第1章においては、従来用いられてきた土質改良工法を透水性の変換という観点から整理するとともに土と水との相互運動と土質改良との関係について考察し、従来の土質改良工法の多くは土の透水性を低下させるものであること、および、土と水との相互運動によって発生する現象は多くの土質改良に利用されていることを指摘している。また、透水性を向上させるための射出水による土質改良工法を提案し、その原理の概要を述べている。

第2章においては、砂と粘土との中間的な粒度分布をもつ一定含水量の各種の土を用いて室内透水試験を行ない、透水係数と土の諸性質との相関性を考察し、透水係数とそれに関係する因子すなわち間ゲキ比、土粒子の大きさ、細粒土の含有率、粒径加積曲線との相関性を吟味し、これらの因子から透水係数を評価するための資料を提示している。

第3章においては、透水性と土の構造特性との関係を締固め土を対象として考察している。すなわち、一定の傾向をもつ粒度分布の土に対して締固め試験および透水試験を実施し、締固め曲線の粒度分布による違いを明らかにしたほか、同じ間ゲキ比でも締固め含水比によって透水係数が違うことから土の構造特性と透水係数との関係を検討し、透水係数から土の構造を推定できることなどを確かめている。

第4章においては、将来透水性材料としての利用が考えられる碎石について、その粒形分布を表わす方法を提案するとともに詳細な透水試験を実施している。透水試験の結果からは碎石中の水の流れの基本的

な性状を検討し、碎石中の流れの層流と乱流との境界を示す限界動水こう配と限界レイノルズ数について考察するとともに層流・乱流領域における水流の性状を明らかにし、実験式を提案している。

第5章においては、自由地下水帯の地下水利用において重要な意義をもつ有効間ゲキ率の評価について実験的に検討している。多くの帯水層を形成している粗粒土として砂レキを取り上げ、有効間ゲキ率に関する実験を行ない、間ゲキ中に占める有効間ゲキ率の割合、粒径の大小による有効間ゲキ率の変化、粘土の混入による有効間ゲキ率の低下などについて考察し、有効間ゲキ率評価のための基礎資料を示している。

第6章においては、射出水による土質改良工法およびその他の土と水との相互作用において問題となる地盤のせん孔現象について実験的に考察している。すなわち、地中において水平方向に射出された水流が垂直地盤断面に衝突する際のせん孔現象を実験し、地盤のせん孔性を表わす指標としてせん孔係数を提案し、これが地盤のいかなる性質によって支配的な影響を受けるかという観点から、せん孔深さの時間的変化、地盤の性質とせん孔係数との関係などを明らかにしている。

第7章においては、射出水による土の透水性改良工法の研究のうち、上昇流による土の移動を取り上げて実験的に検討している。地中から地表へ上昇する水流を各種の直径と高さをもつ円筒内に再現し、上昇流による土の移動量、移動土粒子径の時間的変化、移動土粒子径と上昇流速との関係、上昇流中における土粒子の流体抵抗係数、上昇流の粒度調整効果などを明らかにしている。

第8章においては、射出水による土の透水性改良工法について基礎的な実験結果を示し、この工法の可能性とその効果を検討している。すなわち、1本1本のたて孔からの射出水によって地盤を改良し、地中において連結して地中導水路あるいは地下排水路を造る単孔式改良法および射出ノズルを移動させて連続的に地盤を改良する方法について基礎的な模型実験を行ない、その可能性について考察している。また、改良された地盤について透水性の向上という点から各種の性質を調べ、改良土はその目的を達していることなどを確かめている。

最後に結論においては、以上の各章で得られた結果を要約して述べている。

論文審査の結果の要旨

土質工学上の諸問題を扱う場合、とくに、アースダムや堤防の遮水性、貯水池の漏水、地下水位以下における地盤の掘削での湧水などにおいては土の透水性が大きな意義をもってくる。また、用水需要の増大にともなう地下水の開発においても地盤の透水性の有無が決定的な要素となる。このように土の透水性を知ることは土質工学上の問題解決のためには重要な事項の1つである。

本論文は、このような見解のもとに土の透水性とくに透水性に関係する因子、締固め土の構造特性と透水性との相関性、碎石の透水性、砂レキの有効間ゲキ率および透水性の向上を目的とした射出水による土質改良についての基礎的な実験研究の結果をまとめたもので、次の成果を得ている。

1) 砂と粘土との中間的な粒度分布の土においては、透水係数への間ゲキ比の影響は土が細粒になるほど大きくなること、その土に含まれる 0.005mm あるいは 0.074mm 以下の土粒子の含有率によって透水係数の推定が可能であること、粒径加積曲線から透水係数を推定する方法などを明らかにしている。

2) 締固め—含水比曲線の最高点の位置はその土に占める細粒土部分の含有率によって異なることを確かめている。すなわち、0.074mm 以下の土粒子含有率が約 20%以下の土においては粒径加積曲線が上方に位置する土ほど最高点は右上に移動し、0.074mm 以下の土粒子含有率が約 20%以上の土では右下に移動することを示している。

3) 締固め土の透水係数は同じ間ゲキ比でも締固め含水比によって異なることを示し、この相違が土の構造に原因すること、すなわち、土の構造特性が透水係数を用いることによって定性的に表現しうることを明らかにしている。

4) 碎石中の水の流れについての研究においては、動水こう配の大小によって層流と乱流とが存在すること、その境界を表わす限界動水こう配、あるいは限界レイノルズ数は碎石の粒径によって変化し、限界レイノルズ数は粒径の増大によって大きくなることなどを明らかにしている。さらに層流・乱流領域の流れの実験式を提案している。

5) 砂レキの有効間ゲキ率についての実験結果から、イ) 間ゲキ中に占める有効間ゲキ率の割合はレキにおいては80~90%ではほぼ一定であるが、砂においては間ゲキ比の大小によってその割合が変化し、間ゲキ比が小さくなるとその割合が減少すること、ロ) 粒径が大きくなると有効間ゲキ率は増加し、間ゲキ率が40%のときには $D_{10} \div 0.5\text{mm}$ 以上の砂レキにおいて有効間ゲキ率が保有率より大きくなること、ハ) 有効間ゲキ率と透水係数とは相関性があること、ニ) 粘土が混入すると有効間ゲキ率はいちじるしく低下し、約10%の混入によって有効間ゲキ率は約50%になることなどを明らかにしている。

6) 射出水による地盤のせん孔については、イ) せん孔深さと時間の対数とは比例すること、ロ) せん孔断面形状はある時間内では相似性があること、ハ) 地盤のせん孔性を表わすせん孔係数は土の細粒土含有率や塑性指数などと相関性があり、粘着性が増すとせん孔性は低下すること、ニ) せん孔特性には粘性土的なものと砂質土的なものとがあり、その境界は 0.005mm 以下の土粒子含有率で表わすと約15%、塑性指数では約7であることを確かめている。

7) 上昇流による土粒子の移動を等価球と対比して実験的に検討し、同じ流速に対しては球より大きな土粒子が移動すること、土粒子の流体抵抗係数は球より大であることを明らかにし、それらに関する実験式を提示している。

8) 射出水水による土の透水性改良工法についての基礎的な模型実験から、単孔式および連続式改良法について検討し、この透水性改良工法の可能性を吟味するとともに改良された土の性質を透水性という点から考察し、透水性向上の目的が達せられていることを明らかにしている。

要するに本論文は、土の透水性に関連する事項およびその一改良法としての射出水による土の透水性改良に関する基礎的な事項について実験的に究明し、新しい知見を得たものであり、学術上および實際上貢献するところが多い。

よって、本論文は工学博士の学位論文として価値あるものと認める。