

別紙 1 (博士論文の審査結果の要旨)

専攻名 理工学専攻

社会基盤・建築デザインコース

氏名 SOME Donzala David

(そめ どんざら でいびっど)

本論文は、化学的固結の原理に基づく軟弱地盤対策工法の一つである深層混合処理工法 (DMM) に着目し、液性指数 (L) と呼ぶ地盤の状態諸量と粉末状のセメント系固化材をスラリー化して地盤に輸送するために調合する水セメント比 (W/C) の観点に基づいて、これらの値が同工法による柱状改良体の強度発現と品質に及ぼす正負の側面について明らかにした。

これまでの化学的固結の原理に基づく地盤改良において、対象地盤の特性の事前把握として L 式中の変数となる土の液性限界試験と塑性限界試験が推奨されてきたものの、これらの値が施工性や品質に関与するのにおおむねのままであった。

特に、深層混合処理工法における W/C は 1.0、または同値を下回る値として定められることが少ない。 W/C の増加は加水の増加を意味するが、技術者にとって軟弱地盤の改良におけるさらなる加水の行為の抵抗感を始め、柱状改良体の施工におけるセメント系固化材のスラリーの注入量増加に伴う鉛直・水平変位の懸念、などの心理・経験に基づくことが推察される。

本論文は、以上のような DMM において取り扱いを失いつつあった地盤工学的性質の基本に温故知新をもたらし、同工法における施工性と品質との間の理工融合を図った点で新規性・独創性が主張される。

本論文は、全 6 章で構成されている。

第 1 章では、研究の背景と目的の記述に始まり、DMM に対しどのような新たな視点をもたらすことができるか論じられる。

第 2 章では、DMM に関する既往の研究に焦点を当て、本研究の理論的枠組みについて確立する。

DMM に関する普遍的な文献の批評を始め、佐賀低平地における DMM の文献の批評に焦点を絞る形によって、本研究の意義と妥当性の礎を築く。

第 3 章では、高潮位変動環境における土の構造の変遷と液性指数 L が同土の地盤工学的性質に及ぼす影響について論じられる。堆積当時の地盤環境を復元し、現在の地盤環境との間の比較によってギャップの程度を見極める。次に、同ギャップの程度が地盤工学的性質に及ぼす影響について見極め、現状に至る経緯を確立する。その上で、施工等の人為的な行為に伴う近未来に向けた変遷を齟齬なく見極めるとの所属研究室独自の研究手法に基づいて、 L が様々な地盤内応力における土の挙動を評価する際の重要なパラメータであることを位置付ける。

第 4 章では、 W/C の増加の有効性に関する実験的検討について論じられる。実験条件を努めて単純化するために材料特性の明らかなカオリン粘土を用い、まず、蛍光 X 線分析と針貫入試験を併用することによって、物理化学的性質の観点から DMM による柱状改良体の基本的性質の把握に臨んだ。次に、柱状改良体の強度発現特性は、セメント系固化材添加量 (C) の値にも依存する。混合の程度と養生時間が長いほど強度発現も良好になるとの通例を得るが、なかでも $C=110\text{kg/m}^3$ における $W/C=1.0$ の条件では平均一軸圧縮強さ (q_{uAVG}) = 596kN/m^2 、変動係数 (CV) = 21% からなる強度発現特性を示したこと、しかしながら、 $W/C=1.5$ の条件では同一の C のもとで $q_{uAVG}=539\text{kN/m}^2$ 、 $CV=15\%$ と強度発現特性の均一化がさらに図られること、 $C=80\text{kg/m}^3$ における $W/C=1.5$ の条件であっても $q_{uAVG}=384\text{kN/m}^2$ 、 $CV=24\%$ と強度発現の低下とばらつきが増すこと、などの違いを突き止める。以上の検討にさらに L の違いの視点を加えることによって、 W/C の値はむしろ高めてよいことを初めて明らかにした。

第 5 章では、佐賀低平地の粘性土に対する DMM の適用について、 C と L を一定とした場合の 3 種類の W/C の条件を中心とする試験施工に臨んだ

結果について論じた。柱状改良体の造成のための W/C の選択について、試験施工を通じて W/C が 0.5、1.0、1.5 のもとで柱状改良体の品質に影響することが確認された。 $W/C=1.5$ について、高い注入率によって流動性の高いセメントスラリーがもたらされたと考えられることから、 q_{uAVG} は高く CV は低くなることが確認された。また、 W/C の増加は、注入率、柱状改良体の品質、地盤変位に対して良好な結果をもたらすことが明らかにされた。

第 6 章は総括であり、研究の全体的な結論を始め、意義、および将来の研究の方向性について論じられた。

以上、本論文は化学的固結の原理に基づく軟弱地盤対策工法の一つである DMM について、混合を成功させる鍵はセメント系固化材スラリーと土との間の流動性の制御にあり、 L の温故知新を合理的に同工法に組み込み、 W/C との間の適切かつ柔軟な組み合わせの在り方を示した。

令和 6 年 2 月 6 日に実施した博士論文公聴会においても種々の質問がなされ、いずれも著者の説明により質問者の理解が得られた。

また、本研究は、審査付学術論文 3 編、学会発表 6 件等で報告されており、著者は研究者としての十分な能力を有しているといえる。

以上の審査結果に基づき、本論文は博士（工学）の学位を授与するに値すると判断され、審査員全員一致で合格と判定した。