

CPT を利用した地盤改良工法の施工管理

Engineering of Soil Improvement Method Utilizing Cone Penetration Test

相馬 啓 Hiroshi SOMA (ケミカルグラウト株)

近年、BCPに対する意識の高まりから事業の拠点となる重要構造物等の耐震・液状化対策の工事が増加している。その際、設計・施工業者には顧客が要望する性能を規準とした技術仕様が求められるようになり、調査・設計・施工・品質確認を一括管理することが必要となってきている。筆者らは、電気式静的コーン貫入試験（CPT）の持つ簡便性、迅速性といった特徴を生かしつつ、適用範囲を拡大して、地盤改良の品質も評価できる調査方法の開発を進めている。使用する調査機は、小型軽量のパイプロ付ボーリングマシンで、狭隘な現場や硬質な土層が介在する場所にも適用可能である。地盤改良の品質評価に関する実験的検証や耐震工事への適用事例について述べる。

キーワード：コーン貫入試験、地盤改良、品質確認、耐震補強（IGC：C-3, C-8, H-7）

1. はじめに

BCPとは事業継続計画であり、災害や事故等の予期せぬ事態に対して、限られた経営資源で事業を継続するため、事前に策定する計画のことを言う。日本は地理的に地震が多く発生する国であり、2004年10月の新潟県中越地震や2007年7月の新潟県中越沖地震をきっかけに、震災に対するBCPが注目されるようになり、対策が比較的に容易な地上部の補強だけでなく、構造物基礎や地盤の補強に対する認識も高まってきた。構造物基礎や地盤の耐震補強工法として、薬液注入工法や高圧噴射搅拌工法がある。小規模な設備で広範囲の地盤を改良できることから既設構造物基礎の補強に対して有力な工法である。しかし、これらの工法は原地盤の性状に大きく影響されるため、改良の効果について不確定要素が多く、結果として、品質にバラツキが生じてしまう傾向が見られる。特に近年では、構造物に求められる性能を所有者あるいは管理者との協議の上で明確化し、構造物の保有性能が要求性能を満足していることを確認する設計体系¹⁾が注目されており、高度な技術的判断のために、構造物基礎や地盤に関して、より多くの情報を収集する必要がある。このような状況において、地盤改良工法の設計・施工では、各土質への対応や支持層位置の把握等、ピンポイントで適切な対応が必要とされる。特に耐震補強を目的とする場合、周辺地盤の性状と改良体の品質が密接に関わり合うため、土質調査、設計、施工、及び品質確認に至るまでの各工程の詳細な情報を、一括管理することが望ましい。そこで、筆者らは地盤調査法である電気式静的コーン貫入試験（以下、CPT）に注目し、地盤改良の効果確認方法としての適用を試みた。

CPTは、地盤特性を連続的かつ経済的にリアルタイムで把握できる試験法であり、ヨーロッパを中心に地盤調査、設計に広く用いられている。日本でも、1995年に地盤学会により基準化されている。近年では、せん断波速度が

計測できるサイスミックコーンや地盤の密度が計測できるラジオアイソトープコーンも使用されている²⁾。しかし、日本では地盤の評価手法として標準貫入試験のN値が一般的であること、さらに、CPTは玉石や砂礫層に適用できないことから、あまり普及していないのが現状である。

構造物基礎や地盤の耐震補強工事では、軟弱な地盤が対象となるため、CPTの適用が可能となるケースが多い。従来は、数ヶ所の調査ボーリングを行い、現場全体の土質構成を補間していた。しかも調査位置が、実際に施工する場所から離れていることが多かった。CPTであれば、簡易的な作業であるため、短時間でジャストポイントの調査を行うことができる。さらに、CPTを利用して地盤の改良効果を判定すれば、調査から品質確認までの一括管理が可能となる。そこで、CPTの適用範囲を拡大して、薬液注入工法や高圧噴射搅拌工法の改良効果を判定するための実験を行い、データを収集した。

コーンの貫入機として、パイプロ付の自走式小型ボーリングマシンを選定した。これにより、CPTのセンサーからの情報だけでなく、パイプロの振動数や押し込み力による貫入エネルギーから、介在する硬い層や比較的低強度の改良体の評価も可能となると考え、ボーリングマシンの貫入エネルギーと、改良体を評価する数値として最も一般的である一軸圧縮強度との相關を試みた。また、CPTによる薬液注入工法におけるボーリング孔を利用した透水性の確認、高圧噴射搅拌工法における造成直後の改良径の推定を行った。

本報告では、パイプロの振動数や押し込み力によるボーリングマシンの貫入エネルギーから一軸圧縮強度を推定する方法の検証、CPTを利用した薬液注入工法と高圧噴射搅拌工法の改良効果確認手法の実験的検証、及び、実際に大規模な構造物基礎の耐震補強工事において、CPTを利用して、土質調査、設計、施工、改良効果の確認を一括管理した事例について述べる。