

ポータブルコーン貫入試験を活用した掘削地山の推定

(財)鉄道総合技術研究所 正会員 ○小野 隆利 正会員 岡野 法之
 北海道旅客鉄道(株) 正会員 海原 卓也 正会員 峯岸 邦行
 三井住友建設(株) 非会員 元木 芳博 鉄建建設(株) 非会員 井波 薫

1. はじめに

粘性土地山の掘削においては、地盤の硬軟を客観的に判定し難い部分がある。今回、簡易に地盤強度を推定できる試験のひとつに挙げられるポータブルコーン貫入試験を、水平方向に使用することで、対象地山における地盤の硬軟の指標として採用したので、その実施内容と結果について報告する。

2. 工事・地質概要

当工事は、都市計画道路：厚別東通新設に伴う J R 千歳線上野幌駅構内のアンダーパス工事であり、J R 千歳線上野幌駅構内に幅 24.5m、高さ 7.7m のボックスカルバートを R & C（牽引方式）工法によって構築するものである。

工事地点である上野幌駅は、野幌丘陵に囲まれた小規模な沖積低地に位置し、J R 千歳線はこの沖積平野の盛土上に敷設されている。表-1 に示す地質調査の結果によれば、掘削対象土層は、盛土体及び含水比が高い砂混じりシルトを主体とした、N 値が 2～11 の不均質な構成となっている。

3. 水平のコーン貫入試験の検討

当該工事では、各断面の掘削時に地山の安定性を総合的に評価するため、水による劣化や湧水状況、及び地質性状を切羽観察簿に記録することとした。しかし、目視観察では地質に関する記載者の差異が生じやすいため、地質の硬軟に関して客観的な指標が必要であると考えた。

ポータブルコーン貫入試験は、粘性土や腐植土などの軟弱地盤に写真-1 に示す試験機を用い、人力でコーンを静的に貫入させることによって、コーン貫入抵抗を求めることを目的とする試験であり、このコーン貫入抵抗から軟弱層の土層構成や厚さ、粘性土の粘着力などを簡便、かつ迅速に求めることができ、広く実施されている。これは、地盤工学会基準 J G S 1431-1995（ポータブルコーン貫入試験方法）に示されているように、本来鉛直下向きに対して実施するものであるが、原理的には水平横向き载荷に対しても適用しうるものと考えた。

4. 測定結果と対象地山の硬軟構造の推定

コーン貫入測定は、掘削直後から山留工の間に実施するものとし、試験箇所は、図-1 に示す函体先端刃口の各作業スペースの中央部付近を、その区域の土質を代表するポイントとした。また、測定方法は地盤工学会基準に準拠し、コーン貫入抵抗は試験機の力計によって得られる貫入力と先端コーンの

表-1 対象地質概要

時代	記号	土層名	色調	分布標高	特徴	N値
現世 完新世	B	盛土～表土	茶褐～暗褐灰	～23.3m	粘性土主体で、礫混じりの砂質シルト～シルト質砂状を呈す。全体的に火山灰質。粘性土は軟らかみ～中位、砂質土はゆるい～中位。	3～11
	Av	火山灰質シルト 【シルト質砂～砂質シルト】	黄褐 暗青灰 褐灰	24.7m～ 19.1m	全体的に火山灰質を混入するシルト質砂～砂質シルトで、不均質な層である。一部火山灰層を挟む。	2～20
	Ac	腐植物混じりシルト 【シルト～シルト混じり砂】	暗灰	21.2m～ 15.5m	全体に腐植物を混入して有機質である。シルト～シルト混じり砂で構成されるが、不均質である。砂は火山灰質。Av 層に比べるとやや硬い部分がある。	2～11
	As	礫混じり砂	暗灰	16.7m～ 14.5m	φ 0～20mm 程度の細礫を不均一に混入する細～粗砂で、薄層状に存在。含水多量。一部で欠けている部分がある。	11～27
	N _L	粘土～シルト	青灰	15.6m～	シルト、粘土・シルト・細砂互層よりなり、泥炭および貝化石含む	9～50
更新世	野幌層					



写真-1 コーン貫入試験器

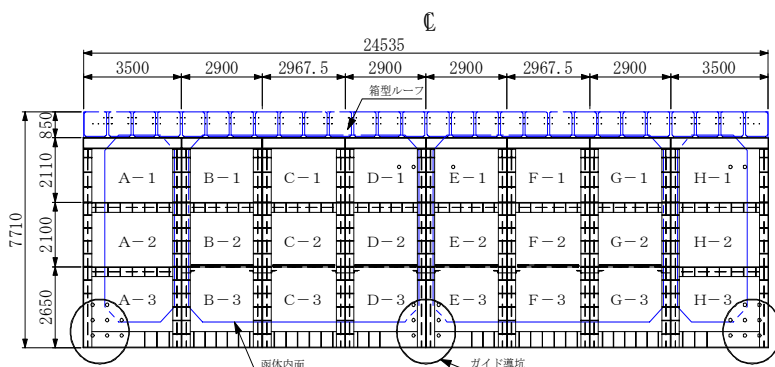


図-1 刃口の作業スペースの分類

キーワード ポータブルコーン、コーン貫入、粘性地山

連絡先 〒185-8540 東京都国分寺市光町 2-8-38 財団法人鉄道総合技術研究所 TEL 042-573-7266

表－2 建設機械の走行に必要なコーン指数

建設機械の種類	コーン指数 q_c MN/m ²	建設機械の接地圧 kN/m ²
超湿地ブルドーザー	0.2以上	15～23
湿地ブルドーザー	0.3以上	22～43
普通ブルドーザー(15t級程度)	0.5以上	50～60
普通ブルドーザー(21t級程度)	0.7以上	60～100
スクレーパー	0.6以上	41～56
被牽引式スクレーパー(小型)	0.7以上	130～140
自走式スクレーパー(小型)	1.0以上	400～450
ダンプトラック	1.2以上	350～550

貫入面積から算出した。

この測定結果をもとに、当該地山の硬軟構造の推定を行った。なお、コーン指数の評価の目安として、日本道路協会がまとめた建設機械の走行に必要なコーン指数を表－2に示す。

図－2にコーン指数 1.1MN/m^2 、 0.7MN/m^2 をしきい値として、各々の範囲の3次元的な分布を表すために作成したボリュームレンダリング図を示す。図は左上方より俯瞰した図であり、掘削は、右から左へと進行していくよう表したものである。

この3次元分布を見ると、当該地山はコーン指数が $0.8\sim 1.0\text{MN/m}^2$ の範囲でバックグラウンドを持つことがわかる。これは、表にあるとおり被牽引式スクレーパー（小型）までが走行可能で、自走式スクレーパー（小型）では走行が難しい程度であり、特に発進側から掘削進行の中間点までに広く分布している。次に、コーン指数が 0.7MN/m^2 未満は普通ブルドーザー（21 t 級程度）の走行が可能な程度とされ、断面上部の盛土層に多く分布しており、下層にも数箇所見られる。この領域の切羽観察では水による軟弱化が確認されており、掘削時に小規模な崩落や肌落ち（ 0.2m^3 前後）頻発した箇所であった。最後に、コーン指数 1.1MN/m^2 以上の範囲は、ダンプトラックの走行が可能な地山とされ、到達側近傍と下層部に多く分布している。到達側近傍は、地盤改良を実施しており、その効果が確認できる結果となった。また、掘削進行の中間部付近で断面内に広く分布しているが、この地点では非常に締まった粘土層が確認されており、人力掘削の能率が低下する傾向があった。

当工事では、掘削サイクル内の限られた時間に約 190m^2 の断面を試験するために、 $6\sim 9\text{m}^2$ に1点程度と点数も少なく、測定点の選定も判断が難しいことなどから、複雑な地山構造を評価し得るか懸念があった。しかし、実施した水平方向のポータブルコーン貫入測定結果は、実際の切羽状況や施工能率などにおおむね合致しており、掘削地山の相対的な硬軟を評価できるデータを得られたと考えている。

5. おわりに

今回、ポータブルコーン貫入試験を水平方向に使用したが、その結果は対象地山の評価の一助となる可能性を示唆している。また、試験を簡便化させるとともに測定点の選定や測定点数の増加を適切に行うことで、類似の工事に資するものと考えられる。

参考文献

- ・道路土工－施工指針： 社団法人日本道路協会 1986.11
- ・地盤調査法： 社団法人地盤工学会

