

高速道路の盛土斜面における強度定数推定法についての検討

広島大学大学院	学生会員	○小村 尚史
広島大学大学院	正会員	加納 誠二
広島大学大学院	正会員	土田 孝
西日本高速道路株式会社	非会員	今村 孝志

1. 背景・目的

近年、道路盛土の性能設計や地震時のリスク評価などにおける必要性から道路盛土の性能についての議論が高まっているが、通常施工時の締め固め度によって管理されており、完成後の強度評価などはほとんど行われていない。また、既設の盛土は膨大な数に上るため、補強が必要な盛土を効率的に選び出すための強度評価を行う必要がある。

そこで本研究は高速道路の盛土斜面の強度定数推定法として、軽量動的コーン貫入試験を用いた推定法の適用性を検討することを目的とする。

2. 研究内容

高速道路の盛土斜面から現況の確認をし、対象とする地点を選定した。選定した地点のそれぞれの法肩、中腹、法尻の3箇所で軽量動的コーン貫入試験を実施し、深度ごとの貫入抵抗値 q_d を調べた。それを用い、土田らの提案した⁽¹⁾ 貫入抵抗値に基づく強度定数推定法と道路橋示方書による強度定数法との比較・検討を行った。また推定した強度定数と三軸圧縮試験から得られた強度定数と比較し、それらの妥当性について検討した。

3. 研究結果

Fig.1 に盛土斜面で行った軽量動的コーン貫入試験結果の一例を示す。貫入抵抗値にばらつきがみられるが、これは貫入中に当たった礫や岩が原因であると思われる。本研究では、貫入抵抗値への礫や岩の影響を取り除くため図に示すように下限値を用いることにした。また、貫入量を対象区間の横断面図にプロットしてみると貫入試験では基盤面に達していない部分があることが分かった。これも盛土中の礫や岩の影響と考えられる。

軽量動的コーン貫入試験がどの程度の大きさの岩に当たったら貫入できなくなるのかを調べるため、開削工事中の河川堤防において軽量動的コーン貫入試験を実施し、開削断面からコーンが貫入できた層とできなかった層の土を採取し、粒度試験を行って粒径を調べた。Fig.2 に開削断面から確認した貫入ができた層とできなかった層を示し、粒度試験結果を Fig.3 に示す。Fig.3 から粒径が4cm程度の礫が多く含まれていたら貫入できないことがわかった。盛土全体の強度を評価するために貫入できなかった部分をどう扱うかは今後の課題である。

次に、貫入抵抗値に基づく強度定数推定法と道路橋示方書による強度定数法から算定した内部摩擦角を比較して強度定数推定法を検討した。貫入抵抗値に基づく強度定数推定法とは、まず原位置で貫入試験及びサンプリングを行

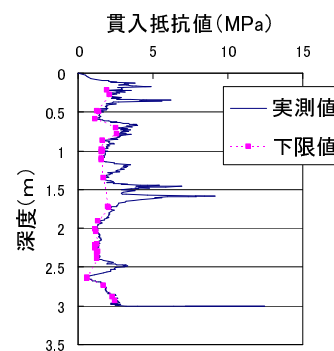


Fig.1 貫入試験結果と下限値の適用

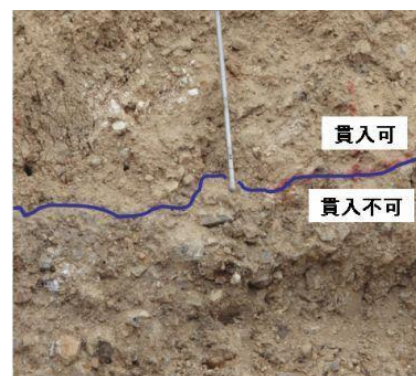


Fig.2 土層と貫入試験の関係

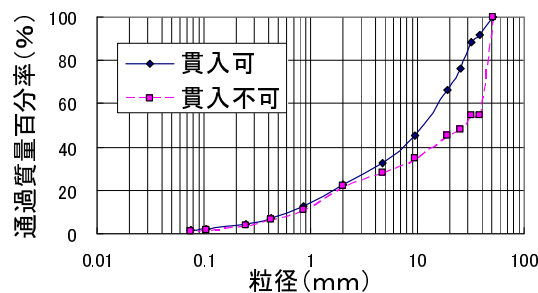


Fig.3 粒度試験結果

い、サンプリング試料から飽和度を測定する。次に得られた貫入抵抗値と飽和度から Fig.4 の関係より間隙比を推定する。推定された間隙比を用いて Fig.5,6 の関係から強度定数 C_d , ϕ_d を推定する方法である。

道路橋示方書による強度定数法は、式(1)に示す方法で貫入抵抗値 q_d から内部摩擦角 ϕ_d を求めた。尚、N 値は貫入抵抗値 q_d からこれまでに得られた関係式⁽²⁾を用いて推定した。また N_1 値は N 値を土被り圧補正した値である。

$$\phi_d = 4.8 \times \log_e N_1 + 21 \quad (1)$$

その結果、試験を実施した地点では、土田らの提案する方法では $\phi_d = 35 \sim 40^\circ$ (平均 38°) 程度、道示の方法では $\phi_d = 15 \sim 35^\circ$ (平均 28°) 程度と内部摩擦角 ϕ_d に約 10° の差が生じていた。そこで 2 地点においてネイルサンプリングにより試料を採取し、室内にて不飽和三軸試験を実施した。結果を Fig.6 に示す。Fig.6 よりサイト A は $\phi = 36.0^\circ$, $c = 8.0 \text{ kN/m}^2$, サイト B では $\phi = 35.3^\circ$, $c = 6.0 \text{ kN/m}^2$ であった。これに対応する地点の推定値と比較した。Fig.7,9 は内部摩擦角, Fig.8,10 は粘着力についてそれぞれ比較したものを示す。

Fig.7,9 より内部摩擦角について、提案法は実験値より $2 \sim 3^\circ$ 大きいのが道示の方法よりも近い値を示した。これは道示の式がもっと深い層のデータをもとに作られていることや、N 値を貫入抵抗値 q_d から推定していることの影響が考えられる。また Fig.8,10 より粘着力 c については、提案法のは実験値に比べ 2 倍程度大きな値になっている。これは原位置貫入試験を行った日と試料をサンプリングした日が異なったため飽和度に違いが生じた可能性があり、今後さらなる検討が必要であると考えられる。

4. 結論

高速道路盛土における軽量動的コーン貫入試験は、内部摩擦角 ϕ_d については一定の適用性があると言える。ただし、粘着力 c は差が認められたため、提案されている強度定数推定法を補正して用いる必要がある。

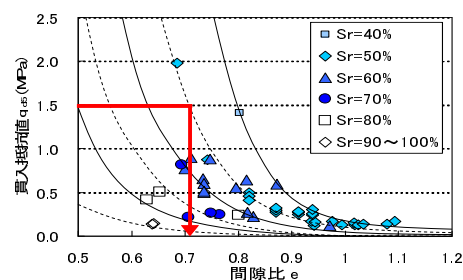


Fig.4 貫入抵抗値－間隙比関係⁽¹⁾

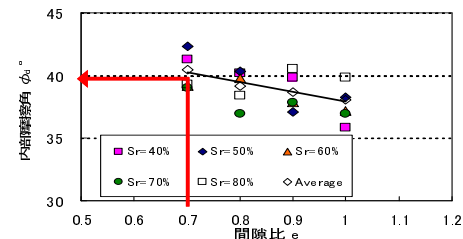


Fig.5 内部摩擦角－間隙比関係⁽¹⁾

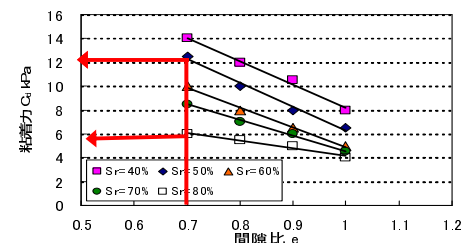


Fig.6 粘着力－間隙比関係⁽¹⁾

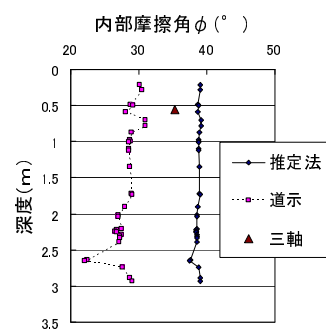


Fig.7 内部摩擦角の比較

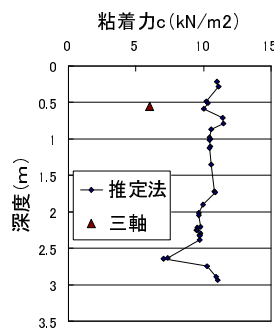


Fig.8 粘着力の比較
サイト A

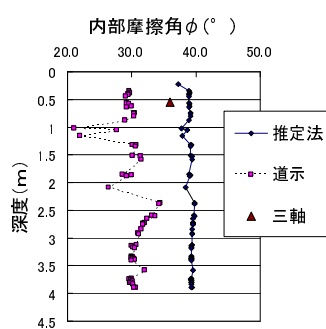


Fig.9 内部摩擦角の比較

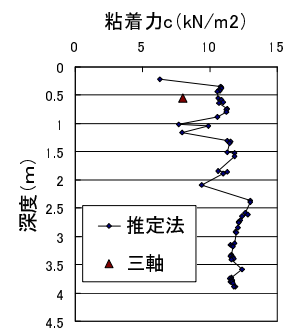


Fig.10 粘着力の比較
サイト B

参考文献

- (1)広島大学災害軽減プロジェクトセンター：「中国地方における土砂災害特性に関する研究」報告書，pp. 95-115(2005)
- (2)管和暁；軽量動的コーン貫入試験機を用いた自然まさ土斜面の強度評価，広島大学大学院修士論文，pp.64-69, 2006