

## P22. 簡易動的コーン貫入試験値と土壌硬度計測定値との相関

Correlation between Portable dynamic cone penetration test and Soil hardness test

○渋谷典幸, 小俣雅志, 檀上裕司, 郡谷順英 ((株)クレアリア)

Noriyuki Shibuya, Masashi Omata, Yushi Danjo, Yorihide Koriya

### 1. はじめに

軟弱地盤分布地域では、ボーリング調査の補完として簡易動的コーン貫入試験が多く実施されており、試験によって得られた地盤の貫入抵抗によって、土層分布の推定に用いられている。

一方、土壌硬度計は農業土木分野において根系の発達具合の推定に使用されてきたものであるが、近年、堤防開削時の緩み具合の把握などに応用されつつある。

本論では、堤防の開削調査における両者の計測事例を紹介し、盛土の管理段階における、簡易動的コーン貫入試験を用いた土質の緩み具合把握の可能性について報告する。調査は、一級河川天竜川水系天竜川の左岸二線堤部で実施した。

### 2. 調査の手順

調査は河川堤防の堤体表面から土研式簡易動的コーン貫入試験を実施した後、堤体を開削し、山中式土壌硬度計による硬度測定を行った。

堤体開削は、堤体の安定性を考慮し、図-1 に示す堤内側 (No.3)、天端 (No.2)、堤外側 (No.1') を別測線で調査し、全てを合成して一つの断面形状とした。

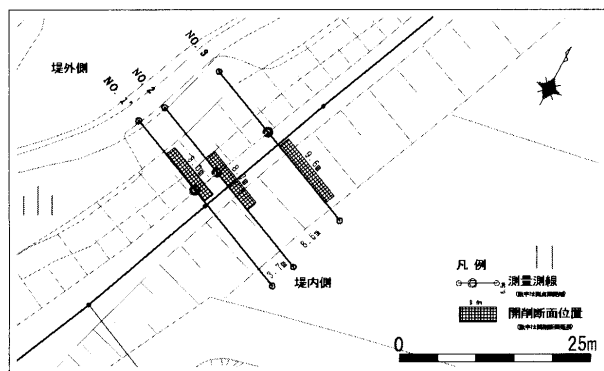


図-1 調査断面位置

### 3. 土質構成

堤体開削断面の下流面合成図を図-2 に示す。

堤体直下の沖積層は、シルト～砂質シルトからなる Ac 層と、Nd 値が高く砂～砂礫からなるものと考えられる扇状地堆積物で構成されている。

堤体土質は、堤内最下部の B1 層、主要部を占める B2 層、天端嵩上げを示す B3 層、堤内側腹付けを示す B4 層、堤外側腹付けを示す B5 層、表のり肩の凹部を埋めるようにして分布する B6 層からなる。

### 4. 試験結果

#### 4.1 簡易動的コーン貫入試験結果

簡易動的コーン貫入試験は、堤体表面から堤内側 3 箇所、天端 3 箇所、堤外側 3 箇所の計 9 箇所実施した。

調査結果は、礫を含む土質において Nd 値が比較的高く出る傾向がある反面、シルト～砂質シルトにおいては Nd 値が低く出る結果となった (図-2)。

#### 4.2 土壌硬度計測定結果

土壌硬度計測定は、堤体開削断面において、上下流面合わせて堤内側 428 点、天端 307 点、堤外側 362 点の計 1097 点を実施した。

試験結果は、貫入量 (mm) と細分化した長谷川 (2006) <sup>1)</sup> の指標を用いて取りまとめを行った (図-3)。

その結果、貫入量は、粒径が小さくなると増大する傾向となった。ただし、同じ土層かつ同じ土質内においても、測定値に変化がみられた。土壌硬度の低い箇所は堤内側上～中部の凹地形部周辺に顕著であることと、天端直下において深度方向に土壌硬度が低下することが特徴的である (図-2)。

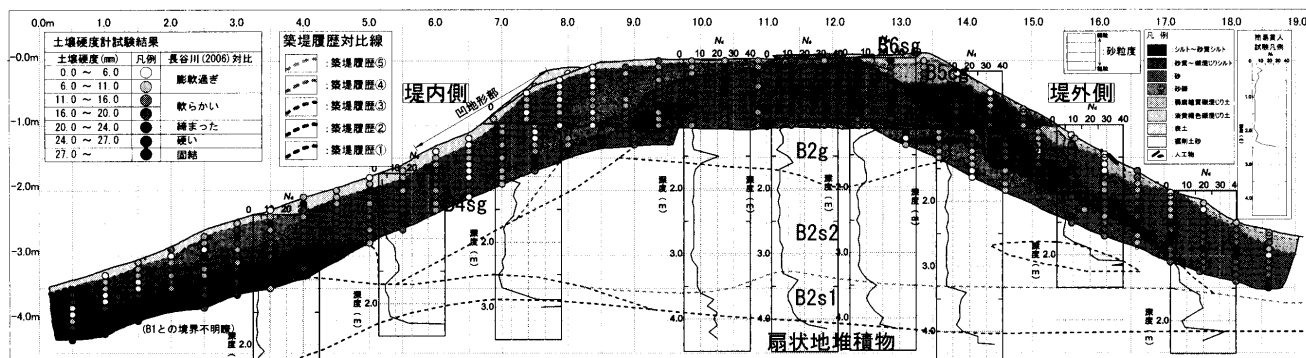


図-2 開削調査結果

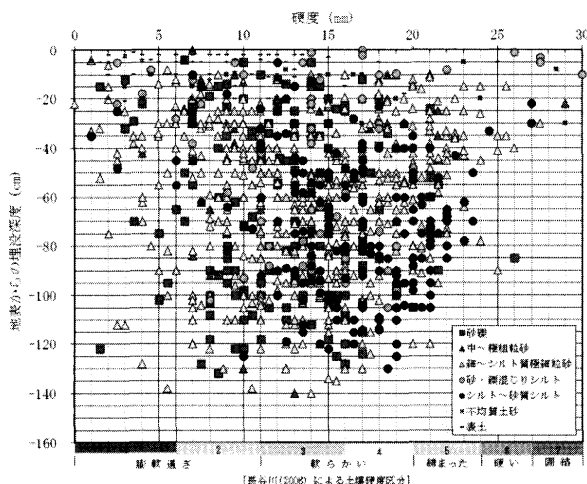


図-3 土質毎の土壌硬度測定結果

## 5. 試験結果の考察

### 5.1 土壌硬度計による緩み具合の把握

土壌硬度計測定値の取りまとめの結果、同じ土層内かつ同じ土質内においても測定値に変化が見られ、土壌硬度の低い箇所が一定の範囲内に分布することが分かった。同時期に盛り立てられた堤防では、築堤時の締め固め方は均一であり、土質及び土層が同じであれば、同一の土壌硬度を示すはずである。ところが、開削面で計測した土壌硬度は異なる値を示していることから、この差は緩みの状態（緩み具合）を示しているものと考えられる。したがって、今回の調査では、土壌硬度計を用いることで、堤体の緩み具合を把握することができた。

### 5.2 土壌硬度及び Nd 値の比較検討方法

土壌硬度計では2つの計測値（貫入量及び貫入抵抗値）が得られる。このうち、貫入量（mm）は接地するコーンの断面積が変化するため、1mm毎の硬度の変化量が一定ではない。一方、貫入抵抗値（kg/cm<sup>2</sup>）の変化量は一定となっている。簡易動的コーン貫入試験は、最初の5cm分を除き、Nd値の変化量が一定である。したがって、土壌硬度とNd値を比較検討する際は、貫入抵抗値（kg/cm<sup>2</sup>）を用いることとした。

### 5.3 土壌硬度及び Nd 値の比較検討結果

土壌硬度とNd値の相関図を図-4に示す。各試験値は、簡易動的コーン貫入試験位置に最も近い位置の土壌硬度測定結果を選定し、表層部の乱れの影響がある箇所と礫あたりの可能性がある箇所を除外した。

検討の結果、簡易動的コーン貫入試験により得られたNd値と、堤体開削断面にて実施した土壌硬度測定結果の間には、土質毎に一定の正の相関性を認識することができた。土質毎の相関式と決定係数（R<sup>2</sup>）を以下に示す。

粘性土：土壌硬度 = 1.0386 Nd + 0.0351 (R<sup>2</sup> = 0.5019)

砂質土：土壌硬度 = 0.3984 Nd + 0.9280 (R<sup>2</sup> = 0.5049)

礫質土：土壌硬度 = 0.1671 Nd + 0.2429 (R<sup>2</sup> = 0.3096)

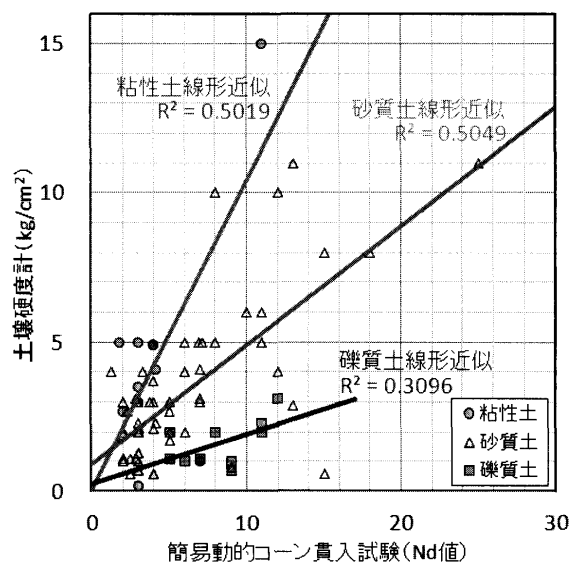


図-4 土壌硬度-Nd値相関

### 5.4 土質の緩み具合把握の可能性

土壌硬度とNd値には、土質を区分することによって、一定の正の相関性を認識することができた。土壌硬度の差は土質の緩み具合を示すので、簡易動的コーン貫入試験を使用することにより、間接的に緩み具合を把握することができる。

しかし、簡易動的コーン貫入試験は試料の採取ができないため、土質の緩み具合を把握する場合には、土質構成が判明している場所で調査を実施する必要がある。例えば、堤防の詳細点検箇所などでは、土質分布が把握されているため、管理段階で簡易動的コーン貫入試験を実施することは、堤体土質の緩み具合を判断するのに効率的な方法となり得る。

## 6. まとめ

本論では、中山式土壌硬度計による土壌硬度と土研式簡易動的コーン貫入試験によるNd値が、土質区分毎に相関があることを明らかにした。この相関を利用することにより、土質構成が判明している場所では、簡易動的コーン貫入試験によって土質の緩み具合を把握可能であることを示した。今後は、他地点のデータを含めて、更にデータを増やすことによる相関式の精度向上と、緩み発生の判断基準の検討が必要である。

## 謝 辞

本論を作成するにあたり、国土交通省中部地方整備局浜松河川国道事務所の折原正人調査第一課長、芥川哲調査第一課水防企画係長には、現地での有益な御討論を頂くとともに、貴重な調査資料の公表を御快諾頂いた。ここに厚く御礼申し上げる。

## 文 献

- 1) 長谷川秀三 (2006) : 根系深さの推定方法, 日緑工誌, Vol.31, No.3, pp.346-351.