

コーン試験による建設発生土の埋戻し判定方法の現場試験による検証

東京ガス(株) 正会員 吉崎 浩司 南形 英孝
早稲田大学 正会員 赤木 寛一
早稲田大学 学生会員 ○直江 久永 土田 真嗣

1. 概要

建設工事で地盤を掘削した際に発生する建設発生土は、地下水を含んで軟泥化する、または硬さや粒度が埋戻しに適さない場合に、埋立て処分または土質改良プラントで処理される。このため、建設発生土の処分地の不足と遠距離化が、処分費、運搬費のコスト増につながり不法投棄等の問題が生じている。建設発生土は原位置に埋戻すことが望ましいが、行政機関によっては埋戻し土に対して厳しい基準が設けられており、原位置での埋戻しが出来ない場合がある。

そこで、山砂及び関東ローム試料を用いて、コーン指数試験による埋戻し土の分類と埋戻し特性評価に関する簡易判定技術を考案した¹⁾。建設発生土を用いた現場試験において、この簡易判定技術を利用した密度試験、粒度試験、コーン試験、土研式貫入試験結果などをもとに埋戻し土の簡易判定方法の妥当性を検証評価した。

2. 発生土の埋戻しに対する簡易判定法

首都圏における比較的浅深度での地下埋設管設置のための掘削埋戻しを想定して、首都圏の現場から採取した関東ロームと山砂との乾燥質量による配合割合(10:0, 8:2, 6:4, 5:5, 4:6, 2:8, 0:10)を変化させた試料を用いた。以下ローム含有率(R)を用いて、それぞれ 100, 80, 60, 50, 40, 20, 0 (%) と表す。関東ロームは 110℃で炉乾燥すると組成が大きく変わるため、ロームと山砂を湿潤状態で混合した²⁾。含水比を低下させることが必要な場合は、自然乾燥または 50℃以下で炉乾燥した。

建設発生土の第2種改良土の土質区分上、コーン指数 800(kN/m²)以上という基準が設けられている³⁾。ここではこれを発生土の埋戻し管理基準と見なし、各ローム含有率の試料に対してコーン指数試験(JIS A1228:2000)を行い、この基準を上回る土質条件を実験的に調査した。

コーン試験結果から、R が小さくなるほど、5(cm)貫入したときのコーン指数 q_5 と 10(cm)貫入したときのコーン指数 q_{10} 間の変化率が大きくなることがわかった。図1に q_{10}/q_5 とローム含有率の関係を示す。図1から、 $q_{10}/q_5 \geq 2.5$ のとき $R \leq 40(\%)$ であることが容易に判断できる。

次に、試料含水比を考慮した埋戻し判定方法について考察する。実験結果から、試料の含水比が低下するにしたがって、

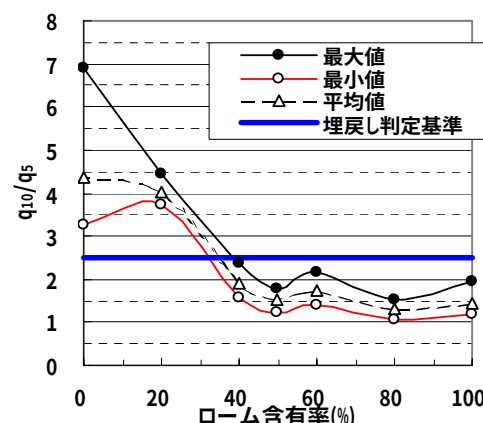


図1 q_{10}/q_5 とローム含有率

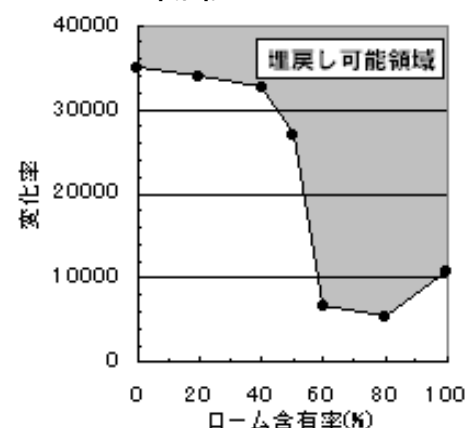


図2 基準を満たす最小変化率

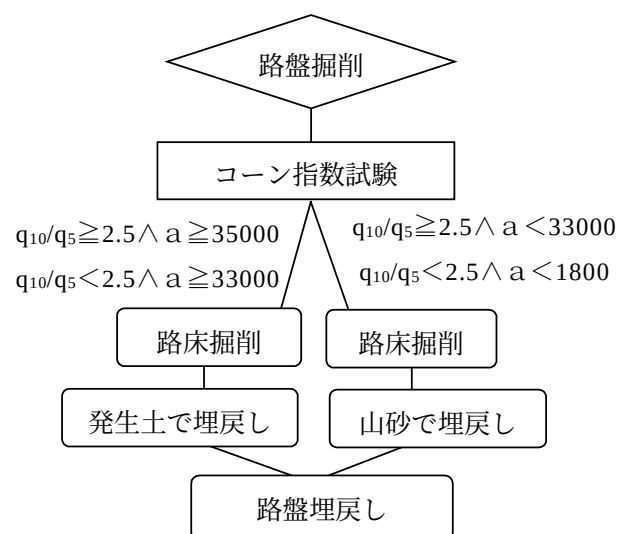


図3 フローチャート

キーワード 埋戻し, コーン指数, 分類, 関東ローム, 締固め

連絡先 〒169-8555 東京都新宿区大久保 3-4-1 58 号館-205 TEL 03-5286-3405

貫入量に対するコーン指数変化率が大きくなることに着目した．式(1)のように，貫入量 t に対してコーン指数が直線的に増加すると仮定した． $q_c = at + b$ ---(1) ここに， q_c ：コーン指数(kN/m²)， a ：コーン指数変化率(kN/m³)， t ：貫入量(m)， b ：切片

さらに，各試料の含水比と変化率 a の関係を最小二乗法で直線近似して，埋戻し可能である最大含水比との交点から埋戻し基準を満足するコーン指数変化率の最小値を求めた．

図 2 に各ローム試料に対して埋戻し基準を満たす最小変化率の範囲を示す．

以上の結果から，原位置におけるコーン指数試験結果をもとにして発生土の埋戻し可能性判定を簡便に行うことができる．たとえば， $q_{10}/q_5 < 2.5$ のとき図 1 から $R > 40(\%)$ であると判別できるため，図 2 より $a < 1800$ であれば埋戻し土としては適さないため，山砂で埋戻す必要があるが， $a \geq 33000$ であればそのまま埋戻し可能である．一方， $q_{10}/q_5 \geq 2.5$ のときは $R \leq 40(\%)$ なので， $a < 33000$ のとき埋戻し土としては適さないが， $a \geq 35000$ のとき埋戻し可能であると判定できる(図 3 参照)．

3. 簡易判別法の検証

神奈川県戸塚区，港北区，鎌倉市の発生土及び，関東ローム，山砂の 5 つの試料を用いて現場埋戻し試験を行い，それぞれ

表 1 各試料におけるコーン指数の変化率と q_{10}/q_5

試料	戸塚	港北	鎌倉	関東ローム	山砂
ローム含有率 (%)	23.9	69.7	21.3	100	0
締固めエネルギー (kN・m/m ³)	34.1	34.1	68.1	68.1	34.1
締固めエネルギー比	6.868	6.868	3.439	3.439	6.868
q_{10}/q_5	1.37	1.24	1.30	1.25	1.90
変化率	9020	1930	1220	449	7560
変化率(修正後)	61950	13255	4196	1544	51922

の試料に対して埋戻し判定可能かどうか詳細に調査した．図 4 に埋戻し方法の概要を示す．ここで， $a=1.0(\text{m})$ ， $b=0.40(\text{m})$ ， $c=0.60(\text{m})$ である．締固めは機械ランマーを用いて，戸塚，港北，山砂試料は片道 15(sec)，一方，鎌倉，関東ローム試料は片道 30(sec)で一往復した．表 1 に各試料のローム含有率への換算値，締固めエネルギー，コーン試験の q_{10}/q_5 及び変化率を示した．ここで，締固めエネルギー比は，現場試験における締固めエネルギーと $\phi=10(\text{cm})$ モールドに 2.5(kg) ランマーを用いて 3 層 25 回突き固めた締固めエネルギーとの比である．図 5 に，各試料のローム含有率の換算値に対して，これに相当する締固めエネルギー比で修正された変化率をプロットした．戸塚，港北，山砂試料は埋戻し可能領域に属するが，鎌倉，関東ローム試料は領域外であり，表 2 の埋戻し結果と対応している．

したがって，コーン指数の変化率から，発生土が埋戻し可能かどうか判定することができる．

4. まとめ

締固めエネルギーを適切に補正することによって，現場でのコーン指数試験結果のみに基づいて発生土の埋戻し可能性を容易に判定することが可能である．

参考文献：1)吉崎他，第 40 回地盤工学研究発表会，2005(投稿中)，2)関東ローム研究グループ：関東ローム，築地書館，)土木研究センター編：建設発生土利用技術マニュアル(第 2 版)，1997

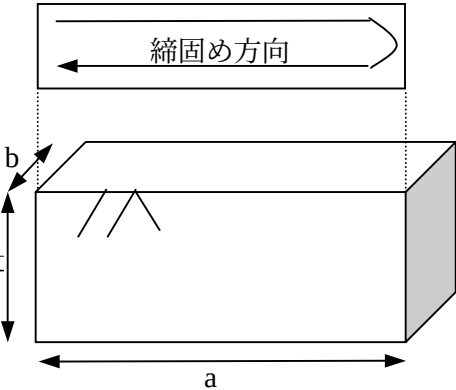


図 4 埋戻し方法の概要

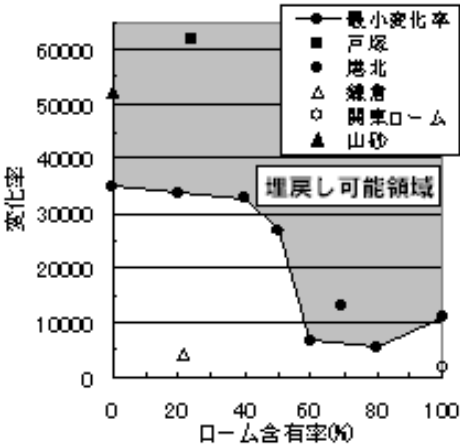


図 5 ローム含有率と変化率の関係

表 2 判定結果

試料	戸塚試料	港北試料	鎌倉試料	関東ローム	山砂
締固め度	◎	◎	×	◎	◎
設計 CBR	○	△	△	×	◎
土研式貫入試験	×	×	×	×	○
コーン指数	◎	◎	×	×	◎
総合判定	△	△	×	×	◎

◎：十分満足する，○：満足する，△：一部満足する，×：満足しない