

汎用建設機械を用いた土の強度に関する実務的簡易推定手法の開発を目指した基礎的研究

竹下建設工業(株) 正会員 後田一実 長崎大学大学院 フェロー会員 棚橋由彦  
 長崎大学工学部 正会員 蔣 宇静 正会員 杉本知史 学生会員 辻 大志

1. はじめに

建設現場では、安全率の低下に伴い施工中の法面崩壊が発生することがある。特に中小規模の工事現場においては、重要構造物(橋梁下部工、ダム・砂防ダム、仮設工等)に比べ、地盤あるいは地質に関する事前調査が十分に行われていないのが実情である。平成20年度の建設業における労働災害分析速報値によると、建設業の死亡者数431人のうち土工関連の災害によるものが含まれるものと考えられる。実際に平成14年度の統計では、建設業の死亡者数595人に対し11.6%の69人が含まれている。特に擁壁工に伴う切土や掘削による被害が最も多いとされている<sup>1)</sup>。

そこで本研究では、現状と比べより簡易に土の強度を推定する手法を開発することを念頭におき、広く普及しているバックホウの適用可能性を明らかにすることを目指している。本報告では、バックホウのバケット貫入時における油圧の変動とN値の相関性について述べる。

2. 現場実験の概要

2.1 バックホウの適用に対する考え方

地盤の支持力や強度を明らかにする際、代表的な手法として標準貫入試験が行われる。室内試験と比べ比較的簡易なため広く普及しているが、中小規模の工事現場においては、その費用や手間などの面で必ずしも積極的に実施されるものではない。特に、上述の切土・掘削のような工事においては、リアルタイムで地盤の状態を明らかにすることを求めても、貫入試験や室内試験は現実的ではない。そこで広く普及している建設機械であるバックホウに着目し、バケット貫入時の抵抗を動力の油圧量から推定し、N値に代わる土の強度の新たな推定法として提案するものである。

2.2 対象地盤と実験方法

実験場は採石場(写真-1)で地盤状況は礫混じりの粘性土(写真-2)であり、対象地盤の土の粒径加積曲線を図-1に示す。事前に掘削予定地において、深さ5mの標準貫入試験を行い、図-2に示すN値の分布を得た。その後、図-3に示すように巾1.2m、深さ1.0m、長さ5~6mの溝掘を行った上で、その両側壁部をバケット深さ0.5mと0.9mのバケット油圧だけを用いた掘削を4~5回づつ行い、計8~10個のデータを取得した。なお、本試験で使用したバックホウはコマツ製PC230であり、バケット容量は0.7m<sup>3</sup>である。

2.3 バケット操作と油圧計測の方法

地盤へのバケット貫入の際は、人為的な差が生じないように、初期位置からフルレバーでバケットにつながる油圧シリンダーのみを作動させ、バケットのみを直立位置から90度回転させる動作を行った。

使用したバックホウの機種は、運転席モニターに油圧が表示可能であったが、その精度を確認するため、写真-3に示すアタッチメントを写真-4に示す油圧配管継ぎ手部に取り付け、圧力計(東京測器製:PW-50MPa、容量:50MPa)による動的計測も行った。



写真-1 実験場全景



写真-2 地盤状況

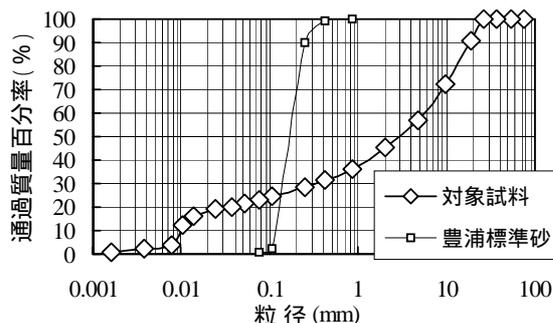


図-1 粒径加積曲線

3. 実験の結果と考察

3.1 バックホウ内蔵の油圧計の精度

図4に圧力計の値とバックホウ運転席モニターに表示された油圧値との関係を示す。試験条件の異なるいくつかのケースの結果を示すが、ほぼ同値を示していることから、内蔵されている油圧計の精度は十分確保されているものと考えられ、将来的に圧力計を使用せずとも、運転席モニターの表示値による判断が可能であるものと考えられる。

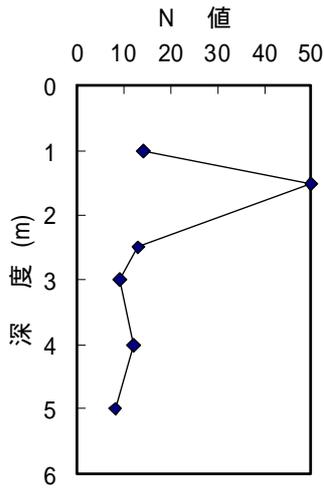


図-2 N値分布図

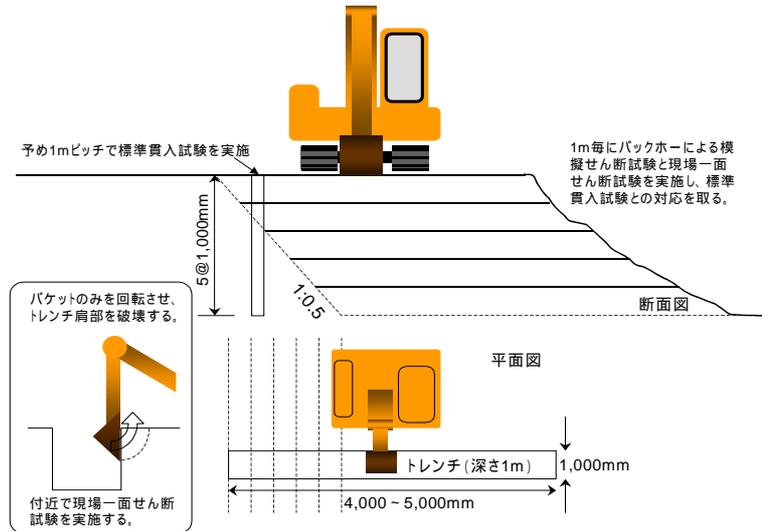


図-3 掘削方法



写真-3 圧力計アタッチメント



写真-4 取付け状況

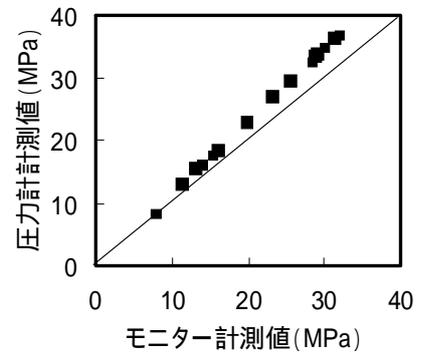


図-4 圧力計と運転席モニターの油圧表示値との関係

3.2 バケットの初期深度と油圧の関係

バケットの初期深度  $D=0.5$  m、 $0.9$  m で4回ずつ貫入試験を行い、図-5に示す結果を得た。深度が増すに従い、油圧がほぼ一定の割合で増加していることから、同一箇所における油圧の変動の再現性が見込まれることを確認した。

3.3 バックホウの油圧とN値の関係

図-6よりバケットの初期深度  $D=0.5$  mにおいては、 $P_B=1.03N$ の近似式と相関係数  $0.836$  が得られ、 $D=0.9$  mでは $P_B=2.04N$ の近似式と相関係数  $0.616$  が得られた。この結果より、初期深度による油圧のばらつきに差があり、深度が浅い方がより線形的な関係を見出すことができた。 $D=0.9$  mでは $N=20$  でバックホウの最大油圧値(約  $38$  MPa)に近づいているが、 $D=0.5$  mでは余裕があり、 $N=40$  程度までは測定可能と期待されることから、バックホウの性能と地盤の硬軟により、掘削深さを変更することが必要と考えられる。

4. おわりに

今回の実験では、油圧  $P_B$  と  $N$  値の関係ではこの研究の妥当性を明らかにすることができた。今後は異なる土質に関するサンプルの追加や原位置一面せん断試験を用いた  $c$ 、 $\phi$  との関係について検討する予定である。

謝辞：本研究は(社)九州建設技術協会より研究助成を受けて実施いたしました。また有張本石材 張本洋二氏、(株)小松製作所 神崎孝夫氏、コマツ西日本(株)泉竜氏、(株)東京測器研究所 中村哲也氏の各氏に、ご協力頂いたことに謝意を申し上げます。

【参考文献】

1) 伊藤ら：切土掘削工事現場における労働災害の調査・分析，労働安全衛生総合研究所特別研究報告 No.35，pp.7-18，2007。

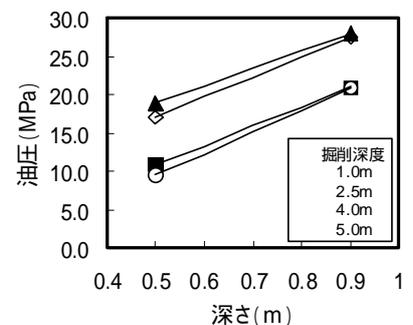


図-5 掘削深度と油圧  $P_B$  の関係

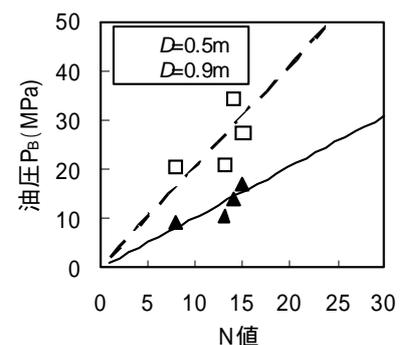


図-6 N値と油圧  $P_B$  の関係