

既設トンネル背面地盤の緩み領域の簡易な探針調査法について

ジエール東日本コンサルタンツ(株) 正会員 土井 博己
 同上 正会員 齊藤 豪
 佐藤工業(株) 正会員 辻野 修一
 同上 岡村 直利

1. はじめに

既設トンネル等を計画的・効率的にリニューアルするための補修計画の策定にあたっては、構造物自体の調査・診断とともに、漏水等の影響による構造物背面地盤の緩み領域をも把握する必要がある。このような観点から、模型地盤を作成し、貫入ロッドとハンマーを用いた簡便な動的貫入試験を実施し、緩み領域の把握のための調査方法について検討を加えた。

2. 試験方法

動的貫入試験は、径 13mm および 16mm の貫入ロッドを、2.5 ポンドおよび 5.0 ポンドのハンマーによる打撃貫入により、1 打撃ごとの貫入量を測定することにより実施した。模型地盤は、図-1 に示す小型円筒土槽¹⁾を用いた。円筒土槽は、土槽内周面および底面に設けたメッシュバックに圧搾水を送り込むことによって、載荷力を与えることができる。今回は、水平、鉛直方向とも 200kPa の圧力を加えた。試料土は高浜砂¹⁾（平均粒径 0.17mm、細粒分含有率 18%、含水比 10.7%）を用い、突固めにより緩詰め地盤および密詰め地盤を作成した。

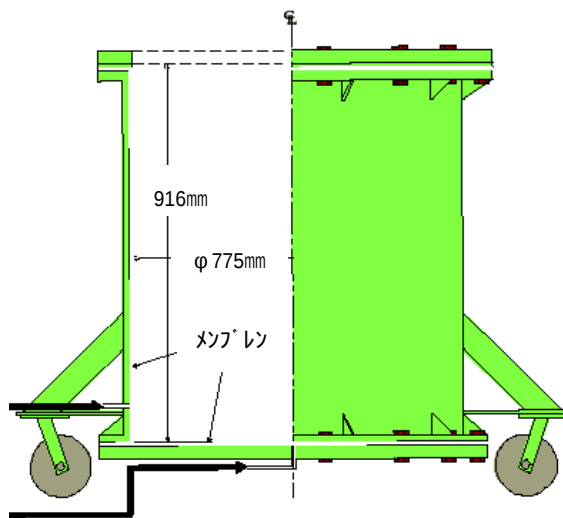


図-1 模型土層

3. 試験結果

実験より得られた、累積貫入量と累積打撃回数の関係を図-2 に示す。累積貫入量は、ロッド径が小さいほど、ハンマー重量が大きいほど大きくなる。また、ロッド径、ハンマー重量に係わらず、緩詰め地盤の方が累積貫入量は大きくなっている。

打撃エネルギーの影響

今回の打撃試験に使用したハンマーは 2.5 ポンド、5.0 ポンドの 2 種類である。相互の関係は表-1 のとおり、重量比は 2 倍であるが、結果としておよそ 1.4 倍となっている。これは、人力によるエネルギーがかなり影響していることが考えられる。

貫入ロッド径の影響

今回貫入に使用したロッドは、φ13mm、φ16mm の 2 種類であった。相互の関係は表-2 のとおりおよそ 1.1 倍であることがわかる。ロッド径による 2 種類の比率は、断面積 (A_s) で約 1.5 倍、周長で約 1.2 倍であることから、今回の結果は、先端抵抗より、むしろ周辺抵抗に比例している結果となった。

以上の結果を基に、ロッド径 φ16mm、打撃質量 5 ポンドのに換算する係数を表-3 に示した。

貫入抵抗の深度分布

ロッド径、ハンマー重量の換算係数により 1 打撃ごとの貫入量を補正（ロッド径 φ16mm、ハンマー質量 5 ポンドに換算）し、30cm 当たりの打撃回数 (N_{dyn}) を算定し、深度分布を求めると、図-3 になる。図中には、各相対密度の平均的な曲線も示している。データにはばらつきがあるもののいずれの曲線も深度 200mm までは緩やかな勾配を描きながらほぼ一定値に収束することがわかる。地表面付近の漸増部分については、拘束圧の影響、試料作成時の影響等が考えられる。

キーワード リニューアル, トンネル, 地盤調査, 動的貫入試験, 緩み領域

連絡先 〒101-0032 東京都千代田区岩本町 1-2 佐藤工業(株) 首都圏業務部 TEL 03-3862-0225

標準貫入試験N値への換算

今回用いた試料砂については、安田ら¹⁾によって、相対密度、拘束圧と標準貫入試験N値との関係が求められており、今回の模型地盤のN値は、それぞれ 15、32 と想定される。従って、換算 N_{dyn} 値と標準貫入試験 N_{SPT} 値との関係は、 $N_{SPT} = 1.4 \sim 1.5 \cdot N_{dyn}$ が得られた。

4. おわりに

簡便なトンネル背面調査方法として、貫入ロッド およびハンマーを用いた貫入試験の模型実験を実施した。限られた実験ケースではあるが、標準貫入試験結果とも良い相関が得られ、今後、簡便に背面地盤の緩み程度を把握するために、現地調査に適用していきたい。しかし、人力による打撃では、今回の実験でも課題であったが、特にトンネル内部では、さまざまな方向（側壁、天端等）へ貫入試験をする必要があり、安定した打撃エネルギーを与える手法について開発が必要と思われる。

謝辞：本研究を遂行するにあたり、東京電機大学理工学部安田進教授には、模型地盤の作成方法等有益なご助言を頂いた。ここに感謝の意を表します。

参考文献

1) 丹羽俊輔, 安田進, 原田健二他, シルト質砂におけるN値と密度、静止土圧係数の関係, 土木学会第28回関東支部技術研究発表会講演概要集, 2001年, pp.456-457.

表-1 打撃エネルギーの換算係数

相対密度	貫入径	ハンマー重量	1打撃平均貫入量	比率
Dr=89.1%	φ 16mm	2.5ポンド	24.1	1.26
		5.0ポンド	30.4	
	φ 13mm	2.5ポンド	22.9	1.53
		5.0ポンド	35.0	
Dr=106.8%	φ 16mm	2.5ポンド	14.7	1.28
		5.0ポンド	18.8	
	φ 13mm	2.5ポンド	15.7	1.45
		5.0ポンド	22.7	

表-2 ロッド径の換算係数

相対密度	ハンマー重量	貫入径	1打撃平均貫入量	比率
Dr=89.1%	2.5 ポンド	φ 13 mm	22.9	0.95
		φ 16 mm	24.1	
	5.0 ポンド	φ 13 mm	35.0	1.15
		φ 16 mm	30.4	
Dr=106.8%	2.5 ポンド	φ 13 mm	15.7	1.07
		φ 16 mm	14.7	
	5.0 ポンド	φ 13 mm	22.7	1.21
		φ 16 mm	18.8	

表-3 打撃貫入量の換算係数

貫入径	打撃質量 (ポンド)	ロッド径換算係数	打撃質量換算係数	換算係数
φ 16 mm	5.0	1.0	1.0	1.0
φ 16 mm	2.5	1.0	1/1.4	0.7
φ 13 mm	5.0	1.1	1.0	1.1
φ 13 mm	2.5	1.1	1/1.4	0.8

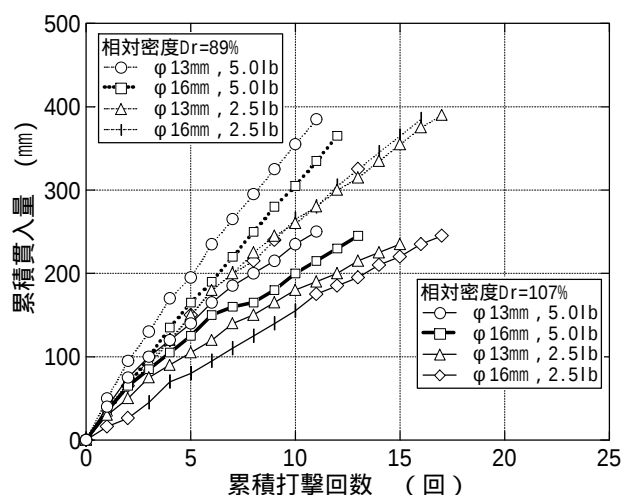


図-2 累積貫入量 - 累積打撃回数関係

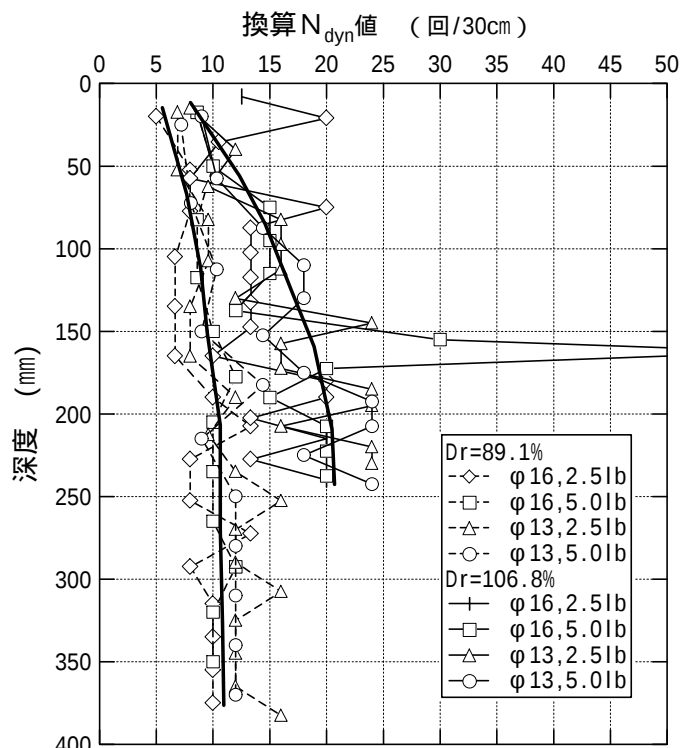


図-3 換算 N_{dyn} 値の深度分布