

礫地盤における最大礫長径調査の実施例

岡山 幸司

青森市下水道部
下水道推進課
管渠一係長



1. はじめに

最近の下水道管渠工事では、一般的な開削工法による施工が困難になってきており、推進工法の採用が増え、なかでも地方都市においては小口径管推進工法の採用が多くなってきております。

一方、推進工法は土質により適用すべき小口径管推進機種等が土質によって細分化されており、開削工法と違って施工中での工法変更は極めて困難という特徴を持っており、推進工法における土質の役割は重要ということがいえます。さらに、施工実施において各種の工法施工中に礫・玉石層に遭遇して工法変更を余儀なくされたことは大なり小なり必ずおこっています。

礫・玉石層を推進するには、十分な事前土質調査による設計・検討が必要であり、十分な土質調査をおこなわなければ適正な工法選定はできないと考えておりますが、土質調査では66～86mmのボーリングの場合、現在、やむを得ずボーリングロットで推積状況が礫径の3倍程度を最大径としている場合が多いが、正確な礫・玉石の最大径は確認できない。最大想定礫径に不安がある場合に

は詳細調査として通常、大口径ボーリング、ベント、深礎工法あるいは試掘等が必要であります。

平成14年度施工した「原別・久栗坂分区」の下水道築造工事(小口径管推進工法)は、通常の地質調査(ボーリング調査)を基に計画をたてましたが、地域住民等の意見をも取り入れ、不確定である礫層を正確に調査するという視点から「礫・玉石の詳細調査」を行い、その調査結果を実施設計に反映させて工事を発注し、年度末全ての工区を問題なく竣工する事が出来ました。

本稿では、「礫地盤における最大礫長径調査」の実施例として、道路交通の安全確保・地下埋設物防護・騒音振動の除去など多くの問題を解決でき、かつ経済的な工法を得るために開発団体であるテクノバンク研究会の協力を得て青森市が実施した「原別・久栗坂分区礫調査」を報告いたします。

2. 業務概要

本調査は、青森市公共下水道工事の一環として、土質調査の詳細調査を実施するものであり、礫・玉石の混在状態と最大礫径を正確に把握すること

を目的としている。

2-1 調査概要

業 務 名 原別・久栗坂分区礫調査業務委託
業務場所 青森市大字矢田前・久栗坂地内
業務期間 平成13年12月26日～平成14年 3 月25日

2-2 業務内容

表-2-1 調査実施数量表

調査箇所		礫・玉石サンプリング(m)	資料採取 (最大礫径)	
		鋼製鞘管径 ϕ 267.4 mm		
		削進長		
原 別 地 区	①	5.00 m	1	ϕ 120 mm
	②	5.50 m	1	ϕ 210 mm
	③	5.00 m	1	ϕ 150 mm
	④	4.50 m	1	ϕ 160 mm
	⑤	5.00 m	1	ϕ 190 mm
久 栗 坂 地 区	⑥	3.00 m	1	ϕ 190 mm
	⑦	3.50 m	1	ϕ 190 mm
	⑧	3.50 m	1	ϕ 280 mm
	⑨	4.00 m	1	ϕ 220 mm
計		39.00 m	9 箇所	

2-3 地形・地質概要

本詳細調査の実施例は原別地区を対象とした。

調査地は、調査位置案内図に示すように、青森市大字矢田前地内にあり、JR東日本東北本線「やだまえ」駅の南東方約0.8km以内の東北本線と国道4号線に挟まれた区域に位置し①～⑤の5箇所を実施している。

「地形」

調査地付近の地形は山地と低地に区分される。山地は地域の東方に分布する小起伏～大起伏山地で、東北脊陵帯の最北端にあたり東岳に区分される。

低地は、むつ湾に面して扇状に展開する沖積平坦面で青森平野に区分され、平野部のほぼ北東端にあたっている。調査地は以上地形区分の低地(扇状地)に位置している。

「地質」

調査地付近の地質は、山地には新第三系の固結堆積物及び第四紀洪積世の新期火山噴出物が分布する。調査地域は低地(扇状地)に位置することで、沖積低地堆積物の分布域にあたる。主に未固結の砂・礫を中心としたものからなり、一部泥などもみられる。

2-4 土層構成状況(原別地区)

調査箇所の対象となる地層は、調査位置図(平面・縦断面図)及びボーリング柱状図(平成13年度実施)と地質断面図(平成13年度実施)より、全体に礫土質(A g 1)が主体である。

○第1礫質土(A g 1: 1.60～15.50m)

砂礫、粘土混じり砂礫を主体とする構成で、部分的に礫混じり砂や砂などもみられる。調査地域全体に分布する。

礫はφ10～50mmの垂円礫、角礫が主体で、礫径の最大はφ70mm位と推定される。φ2～10mm程度の細礫も多く混入する。また、所々にφ100位(推定)の玉石が点在する。砂分は、中砂、粗砂で、石英

表-2-2 土層構成一覧表

地質年代	土層区分	記号	構成土質	N 値
第四紀 沖積世	盛 土	Bs	AS、碎石、礫混じり粘土、碎石混じり粘土など	2
	第1粘性土	Ac1	シルト、砂質シルト、砂質粘土、礫混じりシルト	1～18
	砂 質 土	As	シルト混じり砂、シルト質砂、細砂、沖砂など	1～7
	第2粘性土	Ac2	シルト	2～5
	狭在粘性土	Ag1-c	砂質粘土	1
	第1礫質土	Ag1	砂礫、粘土混じり砂礫、礫混じり砂、砂	2～50+
	第3粘性土	Ac3	粘土	3～6
	第2礫質土	Ag2	粘土混じり砂礫	42～50

砂が多くみられる。所々に礫分が少なく、粘性土を挟む部分がある。

N値は2～50+とばらつき、「非常に緩い～非常に密な」相対密度に区分される。



図一 2 - 1 調査位置図

深 度 (m)	柱 状 区 分	土 質 相 対 密 度	相 対 密 度	記 事
0.00	底土	高	0.10以下	0.10以下で粘土
1.00	砂質土	高	0.10～1.00	0.10～1.00まで礫混じり粘土
2.00	粘土質砂	中	1.00～2.00	粘土質砂に砂質土、中砂であるが、 $\phi 1.0\text{mm}$ 前後の角礫が混じる
3.00	粘土質砂	中	2.00～3.00	粘土質砂に砂質土、中砂であるが、 $\phi 1.0\text{mm}$ 前後の角礫が混じる
4.00	砂質土	中	3.00～4.00	砂質土に砂質土、中砂であるが、 $\phi 1.0\text{mm}$ 前後の角礫が混じる
5.00	砂質土	中	4.00～5.00	砂質土に砂質土、中砂であるが、 $\phi 1.0\text{mm}$ 前後の角礫が混じる
6.00	砂質土	中	5.00～6.00	砂質土に砂質土、中砂であるが、 $\phi 1.0\text{mm}$ 前後の角礫が混じる
7.00	砂質土	中	6.00～7.00	砂質土に砂質土、中砂であるが、 $\phi 1.0\text{mm}$ 前後の角礫が混じる
8.00	砂質土	中	7.00～8.00	砂質土に砂質土、中砂であるが、 $\phi 1.0\text{mm}$ 前後の角礫が混じる
9.00	砂質土	中	8.00～9.00	砂質土に砂質土、中砂であるが、 $\phi 1.0\text{mm}$ 前後の角礫が混じる
10.00	砂質土	中	9.00～10.00	砂質土に砂質土、中砂であるが、 $\phi 1.0\text{mm}$ 前後の角礫が混じる

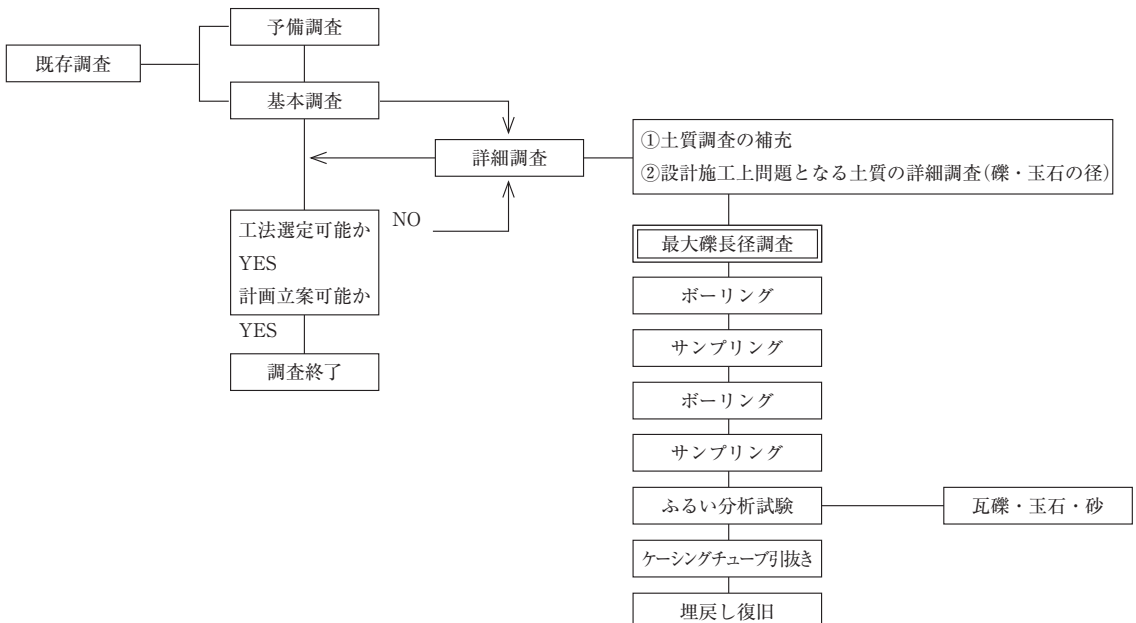
図一 2 - 2 ボーリング柱状図(記事)

3. 最大礫長径調査

最大礫長径調査は、砂礫、玉石地層においてボーリングにより資料を採取して、礫、玉石の粒度分

布ならびに粒径を明確にすることにより、砂礫、玉石地層でのマイクロトンネリング工事などの計画、施工に有効な事前情報を入手する調査技術である。

* 調査のフローチャート



4. ふるい試験の結果

今回の調査箇所におけるふるい試験(礫・玉石の粒径)は、計画管芯の上下50cmを目標とした計画管路位置より上部1.0mの土砂を採取し、20mmふるい、50mmふるい、100mmふるいを実施して寸法と個数ならびに重量を測定した。結果を表4-1、表4-2に示す。



写真-1 土砂/水分離器・ふるい器具

表-4-1 ふるい試験結果一覧表

調査箇所	採取範囲 (掘削深)	20~50mm 最大粒径 (mm)	50~100mm 最大粒径と 個数		100mm以上 最大粒径と 個数		想定礫径 mm 柱状図より
			最大 粒径 (mm)	個数	最大 粒径 (mm)	個数	
①	3.50m~4.50m	46	75	6	120	1	30~70
②	4.00m~5.00m	45	95	多数	210	12	50~100
③	4.00m~5.00m	45	95	45	150	5	5~60
④	3.00m~4.00m	46	85	41	160	5	20~70
⑤	3.50m~4.50m	46	98	多数	190	19	20~50
⑥	1.50m~2.50m	45	90	多数	190	17	10~200
⑦	2.00m~3.00m	45	90	24	190	2	10~50
⑧	2.00m~3.00m	48	90	多数	280	13	20~100
⑨	2.50m~3.50m	46	90	25	220	2	10~40

5. 調査結果の考察

本稿2-3、2-4で提示した基本調査の資料(地形地質概要・土層構成状況等)によると、調査箇所の主体となる礫土質(Ag1)の最大礫径及び玉石は、「礫径の最大は推定で $\phi 70\text{mm}$ 位、所々に $\phi 100\text{mm}$ 位(推定)の玉石が点在する。」となっている。詳細調査では、「ふるい試験結果一覧表」とおり、最大礫径 $\phi 98\text{mm}$ 、採取された玉石の径が $100\text{mm} \sim 280\text{mm}$ であり基本調査と大きな差違があることが分った。礫径がある程度大きくなると、正確な礫径や礫の混入状態等の把握が困難となる由縁であ

ろう。

小口径管推進工法の採用にあたり、土質調査のなかで一番の不確定なものは礫層における、礫の大きさ、硬さ、土層の硬軟等の問題である。ボーリングの結果からでは最大想定礫径に不安がある場合、従来の試験掘削で行う方法があるが、交通の安全確保の問題、埋設深度が大きい問題等の理由で従来の試験掘削では困難となり採用できない場所でも、今回青森市で採用した「最大礫長径調査方法」では、多くの問題を解決しながら合理的かつ経済的な調査方法であると確信された。

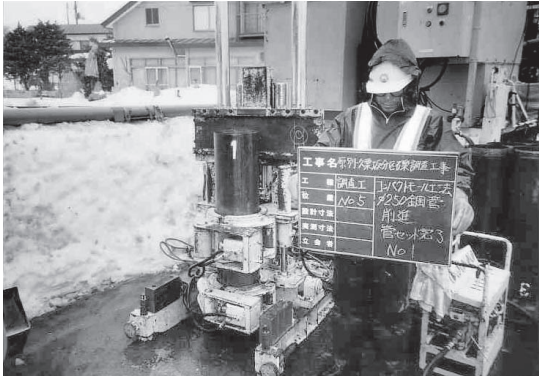


写真-2 ケーシングパイプ立設

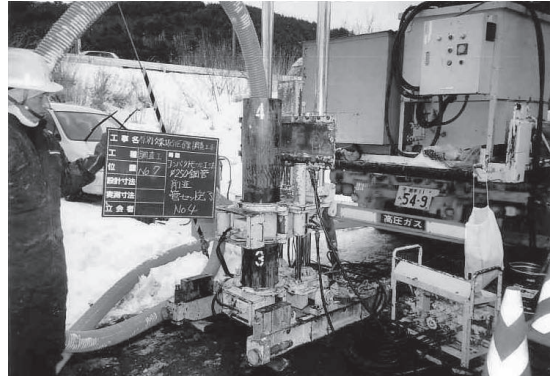


写真-3 掘削



写真-4 ケーシングパイプ建て込み



写真-5 土砂と水を分離



写真-6 土砂採取(ふるい器具)



写真-7 ケーシングパイプ引抜き



写真一 8 土砂採取全景



写真一 9 100mmふるい(玉石径190mm)



写真一 10 50mmふるい(最大礫径98mm)

5. おわりに

「原別・久栗坂分区礫調査」の実施により、実際実物の礫・玉石を確認でき、工法の選択など、設計積算の詳細検討に大きく役立ったことは言うまでもありません。合わせて、立坑掘削及び床付の観察をし、本調査で採取したサンプル資料と比較したが、あらためて「最大礫長径調査工法」の正確さの必要性を実感しました。

実際に、平成14年度の実施設計では適正な管径、工法等の計画変更をして、調査箇所①②④の路線「原別污水準幹線第1工区」「原別污水準幹線第3工区」「原別污水準幹線第4工区」を3件発注し、問題なく無事工事を完了しております。また、平成15年度は調査箇所③の路線を3工区発注済みであり、施工業者の方々にはご迷惑がないものと考

えております。今後もボーリング結果を基本とし、実施設計にあたっては事前に詳細調査を行っていきたいと考えています。また、下水道面整備事業での事前調査のはたす役割は今後もますます大きいものがあると思います。

本稿が、読者の皆さんにとって、これからの推進工事の計画、設計、積算、施工のために必要な事前調査の方法として、その一助になれば幸いです。

今回実施した調査方法はコブル・サーベイ工法の名称で「マイクロトンネル掘削予定箇所の地質調査方法」として特許出願中とお聞きしております。協力していただいた開発研究団体テクノバンクの皆さん、並びに調査を担当した福田興業㈱にあわせて感謝いたします