

鹿島建設(株) 正会員 ○加藤 康生
正会員 山下 亮

1. まえがき

礫混じり層での工事においては、その工種により混在する礫径を把握することが重要となる場合がある。しかし、礫径を正確に把握できる調査法は現在のところ、まだ確立されていない。

現状では、 $\phi 86\text{mm}$ のボーリング調査結果や周辺地区での工事実績をもとに推定するのが最も一般的であるが、 $\phi 1,000\text{mm}$ 程度のベノト工法の様な大口径の掘削調査を行うこともある。

経験的に、地山にはボーリング調査により得られた最大粒径の3倍程度の礫が存在すると言われているが、ここでは三つの工事事例をあげ、事前調査と施工時の土質状況の観察結果を比較し、調査法と、その利用上での留意点について考察を加えてみた。

2. 工事例1～A工事

本工事は、下水道管渠築造のための立坑及びシールド工事である。計画地は扇状地の先端部にあたり、その地質は扇状地堆積層及び河川堆積層である。

土質調査は普通実施される $\phi 86\text{mm}$ のボーリング調査を行った。図-1に立坑断面図及び土質柱状図を示すが、ほとんどがN値50以上の玉石混じり砂礫層である。ボーリング調査結果と立坑掘削時の礫の観察結果を表-1に示す。ボーリング調査では最大粒径 $\phi 300\text{mm}$ の玉石が多く確認されているが、立坑掘削時には約2倍の $\phi 600\text{mm}$ のものが現れた。

当工事では立坑工法にSMW工法を用いたが、ボーリング結果及び近隣工事実績をもとに、巨礫対策としてロックオーガによる先行削孔を行った。そのため、当初懸念された巨礫による障害を生ずることなく工事を進行できた。

3. 工事例2～B工事

本工事もA工事と同様に、下水道管渠築造のためのシールド及び立坑工事である。ただし、立坑工事は既設立坑をさらに2.5m掘り下げる二次掘削工事である。計画地は周囲を山地に囲まれた盆地内に位置し、その地質は盆地内を流れる二つの河川による河川堆積層となっている。

ここでは、土質調査に $\phi 86\text{mm}$ のボーリング調査と $\phi 1,000\text{mm}$ の大口径調査を行った。立坑断面図及び土質柱状図を図-2に示す。また、各調査結果と立坑掘削時(二次掘削範囲)の礫の観察結果を表-2に示す。ボーリング調査では最大粒径 $\phi 100\text{mm}$ の玉石が多く確認されていたが、大口径調査ではその3倍の $\phi 300\text{mm}$ 、立坑掘削時には4倍強の $\phi 450\text{mm}$ の玉石が確認された。これは、ボーリング調査だけでなく、大口径調査を行うことによって、より実際に近い粒径の礫を確認できた例である。

シールドマシンは調査により確認された最大礫径をもとに、礫径 $500 \times 320\text{mm}$ まで取り込める礫破碎型土圧シールドを採用し、現在順調に掘り進んでいる。

4. 工事例3～C工事

本工事は一級河川を横断する橋梁の下部工を、ニューマチックケーソン工法により施工するものである。

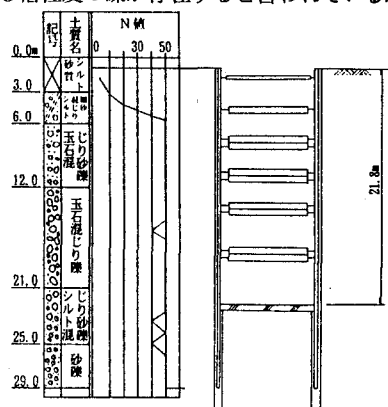


図-1 土質柱状図及び立坑断面図(A工事)

表-1 礫径観察結果比較表(A工事)

深度 G.L.	土質名	ボーリング調査結果	立坑掘削時
-8.0m 付近	玉石混じり砂礫層	・礫径 $\phi 10 \sim 60\text{mm}$ 程度 ・ $\phi 300\text{mm}$ 玉石点在	・ $\phi \text{max} 600 \times 350$ (2倍)
-10.0m 付近	玉石混じり砂礫層	・ $\phi 100 \sim 150\text{mm}$ の巨礫が多く混入している	・ $\phi \text{max} 550 \times 250$ (4倍) ・ $\phi 200 \sim 300\text{mm}$ の玉石を多く含む
-13.0 ~ -14.0m 付近	玉石混じり砂礫層	・ $\phi \text{max} \sim 20\text{mm}$ 程度の礫	・ $\phi \text{max} 400 \times 250$ (20倍)
-15.0m 付近	玉石混じり砂礫層	・ $\phi 100 \sim 120\text{mm}$ の玉石を主体とする	・ $\phi \text{max} 800 \times 400$ (4倍)
-17.0m 付近	玉石混じり砂礫層	・ $\phi 80 \sim 90\text{mm}$ の玉石を混入	・ $\phi 100 \sim 300\text{mm}$ の玉石が主体 (3倍)

() 内はボーリング調査結果との比較

計画地は泥流性扇状地に位置、その地質は表層部は現河床堆積物と推定され、深部には火山灰やシルトが厚く堆積している。

土質調査はφ86mmのボーリング調査を行った。計画地の土質柱状図を図-3に示す。そこに含まれる礫としては、φ100～φ300mmの玉石がGL-20m、-40m付近で確認されたのみであるが、ケーソンの沈設が進むとGL-10～-37mの間にφ1,000mmを超える巨大転石が多数現れた。中にはφ2,500mmのものもあった。この様な巨大転石が出現したため、転石の破砕、搬出に多大な労力を要したが、無事沈設を完了することができた。φ86mmのボーリング調査結果からは、このような巨大転石の存在は全く確認されておらず、土層内に含まれる礫の粒径を知るにはボーリング調査では不十分といえる例である。

5. 考察

以上、三つの事例より以下の点が考えられる。

- ①小口径のボーリング調査では玉石の存在の有無は確認できるが、その粒径の推定は困難である。
- ②地山に存在する礫は、地域や地形及び地質学的等の条件によって大きく異なる。
- ③工種によっては、礫径の推定が工事全体に大きく影響を及ぼすことがある。精度よく礫径を推定できれば、巨礫発生時の対策が事前に想定できるため、工費上、工程上のロスを最少限に押さえられる。特にシールド工事においては、礫径によりマシンの仕様が変わるため、その推定にはある程度の精度が要求される。

以上より、従来言われていたボーリング調査結果の3倍程度という礫径の推定方法は危険と考えられる。

以下に土質調査における留意点を挙げる。

- ①周辺地区で土質調査結果や工事実績がある場合はそれを参考にする。
- ②計画地の地質学的成因を把握する。
- ③礫径が重要な場合、あるいは工法決定に重要なファクターである場合は、ボーリング調査結果やその本数を十分に検討し、その他にもベントや深礎工法等の大口径調査を行い、その結果をもとに予測を立てるべきである。

6. あとがき

ここでは三つの事例を挙げたが、今後も事例収集、事前調査を行い確率論的な礫径の推定方法について考察していく予定である。

〔参考文献〕 1) 伊藤雅夫・熊谷浩二：礫まじり地盤における工事を対象とした土質調査について、土と基礎, Vol. 31, No. 2, pp9-13, 1983.

2) 江刺靖行：礫まじり地盤, 土と基礎, Vol. 31, No. 2, pp3-7, 1983.

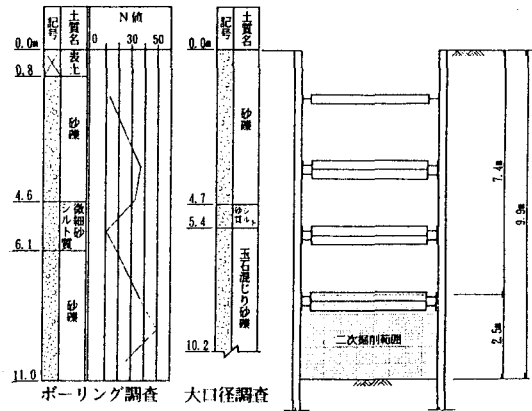


図-2 土質柱状図及び立坑断面図 (B工事)

表-2 礫径観察結果比較表 (B工事)

深度 GL (m)	ボーリング調査結果	大口径調査結果	立坑掘削時
-1.4 ～-9.9m 二次掘削範囲	土質名 砂 礫 ・礫径φ10～40mm程度 ・GL-8.4m付近にφ100の玉石	土質名 砂 礫 ・礫径φ20～70mm程度 ・φmax300×250mm (3倍) ・玉石まじり	・礫径φ100～250mm程度 ・φmax(50×250mm) (4倍)

() 内はボーリング調査結果との比較

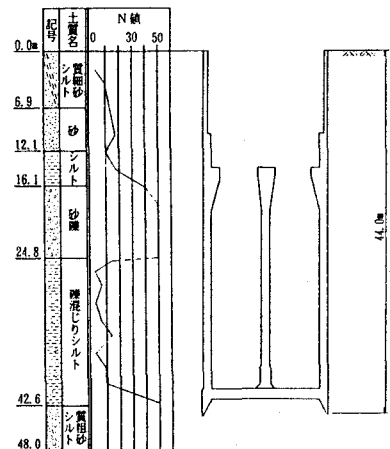


図-3 土質柱状図及び立坑断面図 (C工事)

表-3 礫径観察結果比較表 (C工事)

深度 GL	土質名	ボーリング調査結果	立坑掘削時
-11.0m ～-12.1m	砂	・礫径φ20～30mm程度	・φ1,000～1,700mm (50倍)
-12.1m ～-13.1m	シルト	・均質である ・粗砂を少量含む	・φ500～2,500mm
-13.1m ～-14.1m	砂	・礫径φ30～110mm程度 ・安山岩転石	・φ800～2,000mm (20倍) ・ボーリング孔有り
-14.1m ～-17.0m	礫まじりシルト	・礫径φ50mm～120mm程度	・φ700～2,400mm (20倍)

() 内はボーリング調査結果との比較