

本州四国連絡橋公団

藍谷武紀

正員 神 弘夫

正員 片山 修

1. まえがき

吊橋のアンカレイジ基礎となるような大規模ケーソンを軟岩層を通して施工する場合、従来の掘削工法のみでは極めて困難な工事になることが予想される。地質が岩質である上、ケーソン自体その規模から側壁は厚く隔壁数も多くなると考えられるので、直接ケーソン刃口部の掘削が必要になると思われる。その対策の一つとしてウォータージェットによるケーソン刃口部および隅角部の掘削が考えられる。そこでその基礎実験の一つとして明石海峡を中心に分布しているオセチ中新世の神戸層と呼ばれる軟岩層を対象としてウォータージェットによる掘削実験を行った。

2. 地質条件と実験方法

実験の対象となった神戸層は泥岩と砂岩の互層から成る軟岩層であり、その地質状況は表-1に示すとおりである。

実験は図-1に示すように、まず大口径ボーリングマシンにより直径2.5m、深さ30mの削孔を行った後、下方10m部分はスリ留めとし、それより上方20m部分についてウォータージェットで掘削する手順で行われた。実験はそれぞれ1次予備実験、2次予備実験、本実験の3段階に分れている。またこの実験のために従来から公団

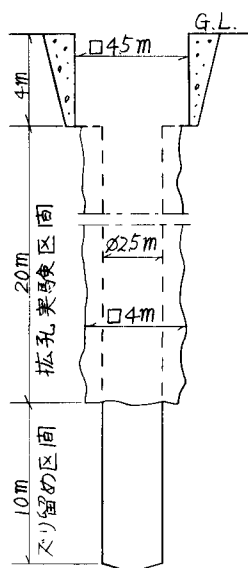


図-1 実験概要図

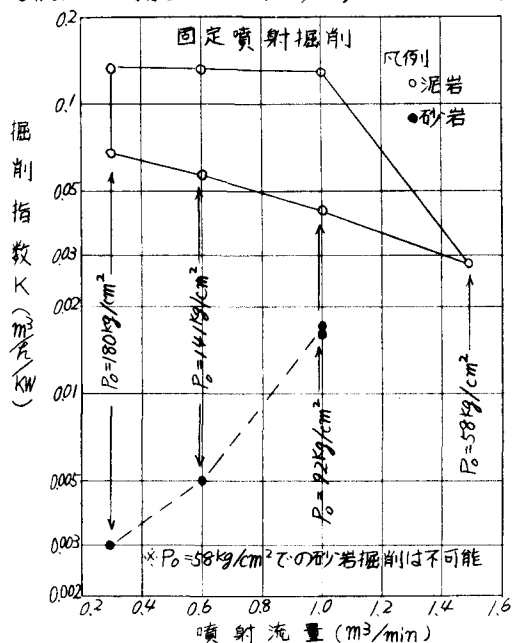


図-2 噴射流量と掘削指数

表-1 地質状況

地層名	深度(G.L.-m)	地質	軸圧縮強度 (kg/cm²)
M₂	3.4~5.4	泥岩	8~18
S₃	5.4~11.0	中粒砂岩	28~35
S₄	11.0~12.1	〃	28~35
M₃	12.1~19.8	泥岩	5~23
S₅	19.8~22.6	粗粒砂岩	130~300
M₄	22.6~	泥岩	5~18

が所有していた設備の(おかに、ウォータージェット)スリの伸縮ができ、ノズル位置の換出およびその記録が可能となるスリ伸縮装置を新たに製作した。

3. 1次予備実験

本実験の最適噴射圧力を決定するために4種類のノズル(噴射動圧180, 141, 92, 58 kg/cm²)により固定噴射掘削を行った。噴射動圧は掘削深さ、掘削幅、掘削

体積の何れの結果においても92 kg/cm²が優れていた。また機械効率から考えると掘削指数K (m³/kg/kW)が大きい

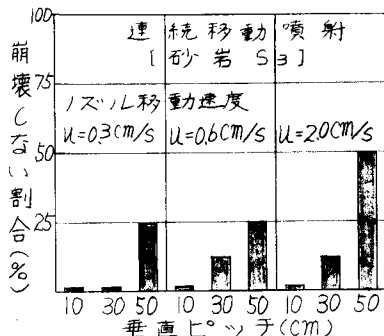


図-3 掘削穴相互間が崩壊(ない)頻度

い経済的な掘削を行うことができるが、掘削指数と流量の関係を
示した図-2からも噴射動圧は 92kg/cm^2 の優れていることがわかる。

4. 才2次予備実験

ここでは掘削方法、掘削ピッチ、ノズル移動速度選定のため、固
定噴射と連続移動噴射掘削による実験を行った。砂岩で連続移動噴
射掘削を行った場合、図-4からは垂直ピッチ50cmで最大能力を示
すのがわかるが、図-3より掘残しの確率が高くその再掘削を考え
ると、砂岩では垂直ピッチ10~30cm、ノズル移動速度 $0.6\sim 2\text{cm/s}$ が、
また泥岩については同様の実験よりそれぞれ50~70cm、 $1\sim 4\text{cm/s}$ の
連続移動噴射掘削が適当と考えられる

5. 本実験

この実験では2.5m掘削孔の4m角への切なげ掘削を行った。図
-5のノズル移動速度と掘削能力の関係から、泥岩掘削の最適条件
はノズル移動速度 4cm/s 、垂直ピッチ70cm、砂岩掘削ではそれよ
れ 3cm/s 、30cm程度になることがわか
った。また孔までは連続移動噴射掘
削が有効であったが、この場合掘削後
のすりを下へ落すため段切方式にする
必要があった。隅角部の掘削はノズル
の伸縮と連続移動を組合せた方法等が
有効であった。

6. 実験式との比較

「水ジェット掘削実験結果の検証報
告書その1(検討およびとりまとめ昭和
52年2月本州四国連絡橋公団)」による
と固定噴射掘削による掘削幅とノズル
からの掘削距離は次
式で表わされる。

$$d = J \sqrt{P_0} \sqrt{e} \quad (1)$$

$$X = \frac{D_0}{2c_0} \sqrt{P_0} \sqrt{e} \quad (2)$$

d : 掘削幅、 J : 拡大係数、 D_0 : ノズル
口径、 e : 271° 、 P_0 :
噴射動圧、 c_0 : 水
の破壊強度、 X : ノ
ズルからの掘削距離

$\frac{1}{2c_0}$: ノズル定数 (1)式と(2)式による計算値と今回の実験値と
を比較したのがそれぞれ図-7、図-6である。実験式はある程
度のバラツキはあっても、ほぼ適応性を有するものと思われる。

なお、本文における実験は建設機械研究所委託して行ったもので、ここに付記して深謝の意を表します。

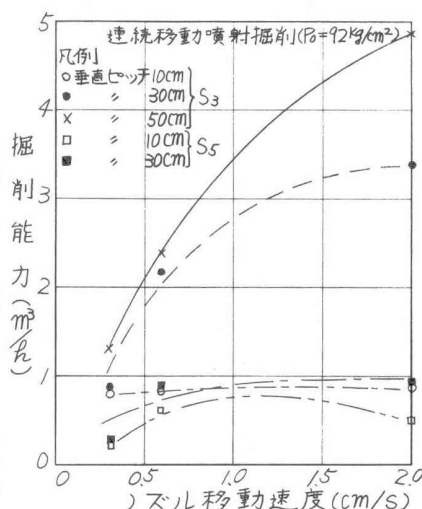


図-4 ノズル移動速度と掘削能力

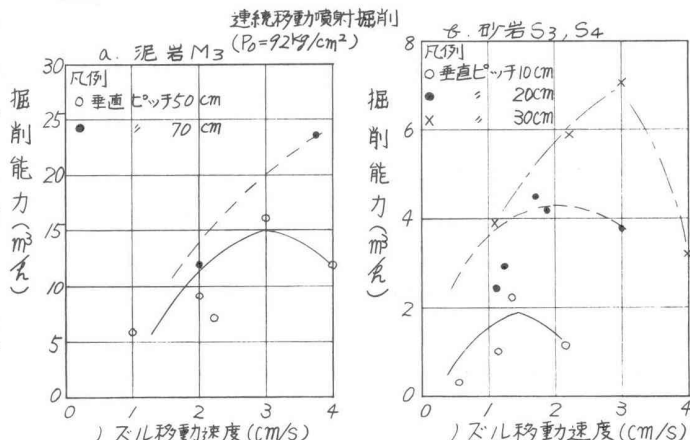


図-5 ノズル移動速度と掘削能力

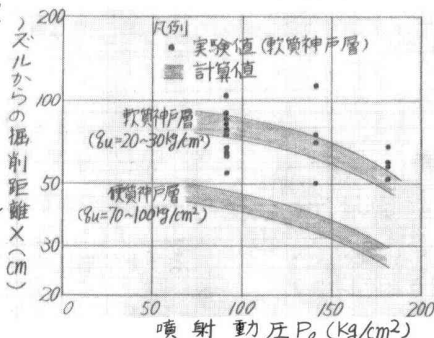


図-6 噴射動圧とノズルからの掘削距離

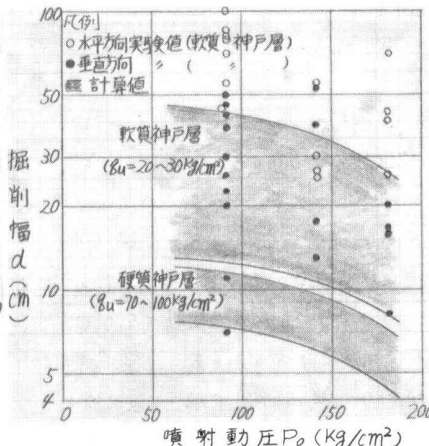


図-7 噴射動圧と掘削幅