

# 噴射水による掘削実験

広島工業大学 正員 鈴木 健夫  
 広島工業大学 正員 〇 島 重章

## 1. まえがき

噴射水による土木施工は、無騒音、無振動で、装置および施工方法も簡単なことから、最近、応用技術が発達し、研究開発が多く行なわれている。著者らも、過去に噴射水を用いた斜面の安定実験について、施工性に効果のあることを示した<sup>1)</sup>。しかし、これらの報告は、噴射水による掘削特性についての改良検討がほとんどであり、したがって噴射特性と掘削特性の関係は不明な点の多いのが現状である。以上より、本報は鉛直噴流の気中および水中における噴射特性を実験的に検討し、さらに地盤掘削を行なった場合の掘削特性を検討した。

## 2. 実験装置および方法

(1) 気中における噴射圧力の測定；装置の概略は図-1に示した。高压ポンプとノズルの接続により、噴射水の発生を可能にした。ノズルは $\phi$ 1mm径を使用し、鉛直噴射の状態で噴射圧力を測定した。ポンプ圧力は20~100 kg/cm<sup>2</sup>とし、噴射距離はノズルの鉛直方向の移動により、0.5~50 cmに変化させ、噴射圧力は圧力変換器により測定した。

(2) 水中における噴射圧力の測定；装置および方法は、前の気中測定の場合と同様である。概略は図-2に示した。圧力変換器を水槽中に設置し、水中鉛直距離0.5~50 cm間のノズルの移動による水中の噴射圧力を測定した。

(3) 噴射水による土中掘削；本製試験箱に土試料を詰め、噴射水により掘削を行ない、掘削深さおよび掘削体積を求めた。装置の概略は図-3に示した。使用した土試料は、本学沼田校舎グラウンドより採取したマサ土である。Gs = 2.613, 最大粒径19.1 mmのレキおよび砂、シルトの混合土である。掘削条件は鉛直噴射で、土表面とノズル間隔を5 cmに固定し、ポンプ圧力20~50 kg/cm<sup>2</sup>、掘削時間30秒~120秒に変化させて行なった。

## 3. 実験結果および考察

(1) 噴射圧力特性；ノズルから気中噴射した噴流水は、その距離によって次のような主要三領域に特徴づけられる。

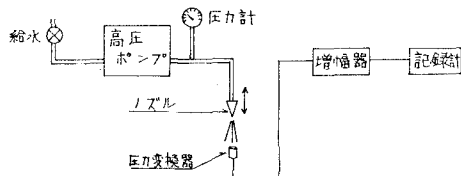


図-1 気中噴射圧力の測定

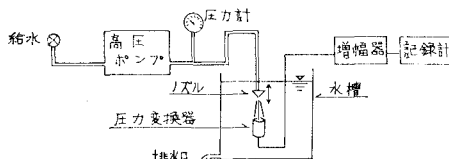


図-2 水中噴射圧力の測定

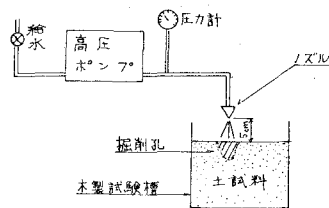


図-3 噴射水による土中掘削

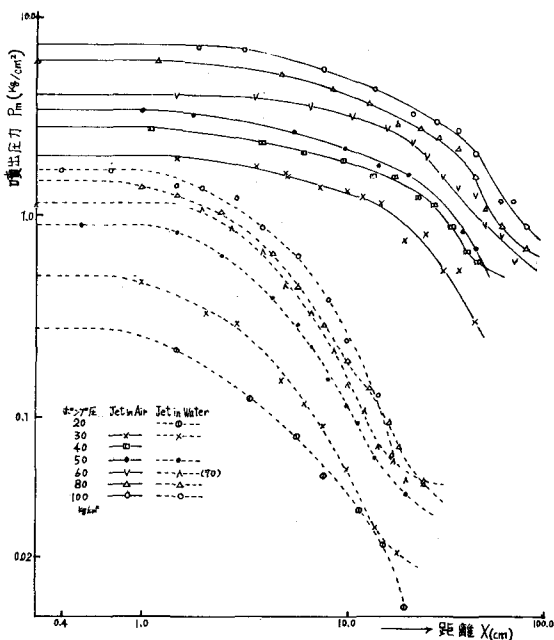


図-4 ノズルからの距離と圧力の関係

まず、初期区ではノズル流圧を保持するポテンシャル流を示し、連続区で非定常な振動流となり、抗散区で一様に噴霧化して抗散する。したがって、実験は鉛直状のポテンシャル流付近の流圧特性を求めた。噴射圧力はノズルからの距離に關係するので、気中および水中の結果を図-4に示した。気中と水中の圧力差は大きく、ノズルからの離れによってさらに大きくなる傾向を示す。この結果より噴流の流圧特性を求めると、図-5のようになる。 $P_0/P_0$  と  $X/D_0$  との關係を  $P_0 = 50 \text{ kg/cm}^2$  について示したが、実験は  $P_0 = 20 \sim 100 \text{ kg/cm}^2$  で行なった。その結果、初期区長  $X_c$  は気中噴流において  $6.0 \sim 14.5 \text{ cm}$  を示し、水中噴流において  $1.4 \sim 2.6 \text{ cm}$  を示した。ノズル口径との關係を示すと、気中の場合  $X_c = 60 \sim 145 D_0$ 、水中の場合  $X_c = 14 \sim 26 D_0$  となる。ゆえに、噴射圧の効果を得るためのノズルからの距離は、気中および水中において決定することができると考えられる。さらに  $P_0/P_0$  と  $X/X_c$  との關係は図-6のようになる。噴流による掘削到達深さは、初期区から連続区に致る連続流領域までであり、液滴状から霧化する抗散領域においての掘削は不可能と考えられる。したがって、その境界を求めると、気中噴流の場合図-6より  $2.5 \leq X/X_c \leq 5.4$  となり、同様に水中噴流の場合は  $3.0 \leq X/X_c \leq 4.1$  となる。

(2) 噴射掘削特性；地表面からノズルを  $5 \text{ cm}$  離れた場合の鉛直噴射結果を図-7に示した。土試料は  $\gamma_d = 1.26 \sim 1.43 \text{ g/cm}^3$ 、 $w = 18\%$  に詰め、 $\gamma_{d \max}$  の約  $95\%$  に締固めて実験を行なった。噴射開始と同時にスライムが飛散し、初期値  $20$  秒間における単位時間当りの掘削土量は、 $P_0$  の増加以上に大きく増加した。さらに掘削時間を増すと単位掘削量は低下した。すなわち、噴射水による地盤の掘削は、初期区で効果が大きくあり、連続区で掘削可能と考えられる。

#### 4. あとがき

本研究は、鉛直噴射の場合の気中および水中の噴射圧を、基礎的な実験結果から検討し、また地盤掘削との関連を考察した。今後さらに、噴射特性と地盤掘削特性との関連を明らかにしてゆく予定である。

終りに、本研究に御協力いただいた本学卒業生の山田英治君、および花谷浩典君に謝意を申し上げます。

参考文献) 1) 噴射水による地盤の安定実験について、日本材料学会、土質学支部、材料に因る環境学会(1977) 2)

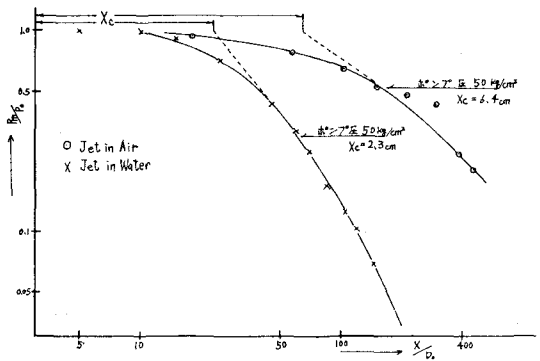


図-5.  $P_m/P_0$  と  $X/D_0$  の關係

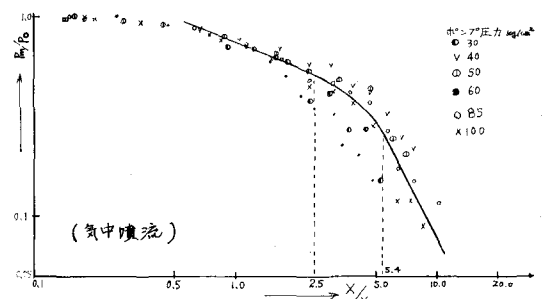


図-6.  $P_m/P_0$  と  $X/X_c$  の關係

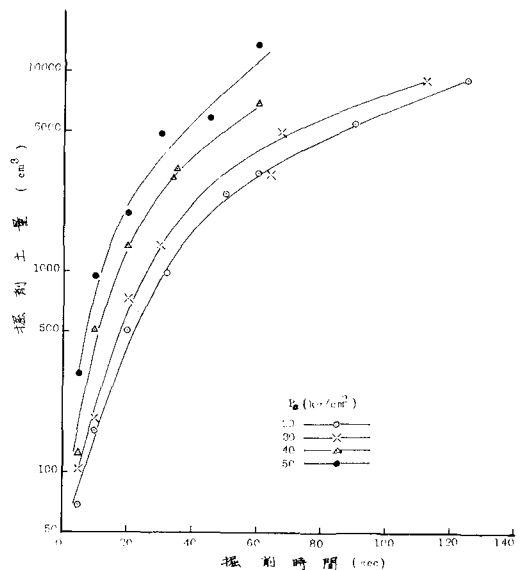


図-7. 掘削時間と掘削土量の關係