

## 高压噴射攪拌工法の技術的課題と展望

吉田 宏\*

## 1. はじめに

高压噴射攪拌工法は日本で発明、開発され、現在ではジェットグラウティングとして、世界中で主要な地盤改良技術となっている。その歴史を紐解けば、「60年代より薬液注入技術が我が国のインフラストラクチャー開発に大いに貢献してきたが、そのパフォーマンスの不確実性及び地盤の複雑さから、地盤を切削することで、それらの欠点を補う形で、「60年後半から相次いで各種の技術が実用化された。」70年代にはエアーコートジェットが発明され、地盤の掘削能力を大幅に向上させたことからジェットグラウティングが世界的に地盤改良技術として利用されるようになった。その後、品質の大幅向上、コストパフォーマンスの改善により、地盤改良が従来の仮設的使用から本設構造物利用へと変貌してきている。

## 2. 高圧噴射攪拌工法の分類

高压噴射攪拌工法は、その噴射形態により図-1に示すように、3種類に大別される。

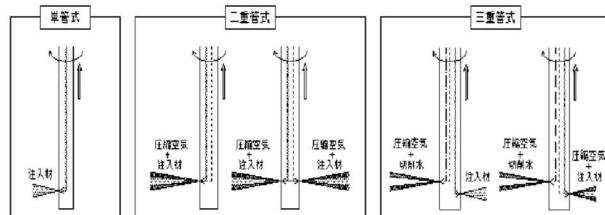


図-1 高圧噴射攪拌工法の噴射形態による分類

単管式（一流体方式）は固化材を単独で噴射する方式で、スライム等の排出を抑制する場合に使用されるが、改良径が小さくなる。初期の開発技術である。

二重管式（二流体方式）は固化材噴射の周囲に高速の空気ジェットを固化材を包み込む形で噴射する方式（エアーコートジェット）である。単管式より大きな改良径を造成する手法で、現在では改良径が5mにもなる技術が開発されている。固化材の噴射流量が少ない場合は片側噴射であるが、噴射流量が多くなると、噴射管の編芯を防ぐために、二方向以上対象になるように、噴射される。

三重管式（三流体方式）は掘削を清水で、充填を固化材で行う方式である。清水掘削ではエアーコートジェットが付加される。また、固化材噴射にもエアーコートジェットが付加される技術もある。開発当初は改良径を増加させるために、噴射圧力を高圧化する必要があったが、固化材噴射をノズル等の摩耗対策上増加できないため、清水噴射のみを高圧化して、掘削径の増加を図った。

## 3. エアーコートジェットの概要

一般的に高压噴射攪拌工法が地下において利用される場合、地下水での利用となる。流体を水中において噴射する場合、水のせん断抵抗が非常に大きく、噴射された流体はその流体動圧の距離減衰が著しい。図-2に噴射ノズルからの距離と中心軸動圧の減衰の関係を示す。この図から明らかなように、水中に清水を噴射した場合、空気中に噴射した場合と比較して、中心軸上動圧は噴射距離とともに、極端に減衰する。エアーコートジェットはその中間に位置する。



図-2 水中および空気中における水噴流の減衰曲線

エアーコートジェットとは噴射流体の外周部に高速の空気噴射を、噴射流体を包み込む形で噴射される状態を言う。流体を空気噴射で包み込むことは、理論的には異なるが、水中で擬似の空気中噴射状況を再現していると理解すれば分かり易い。エアーコートジェットの概念を図-3に示す。また、図-4に空気噴射の速度と流体噴射動圧の関係を示す。エアーコートジェットを効果的に使用するためには、図-4でも明らかなように、空気噴流の速度を速くする必要がある。一般的には、空気噴流の速度は音速の半分以上が必要である。空気噴流の流量につい

\*Hiroshi Yoshida ケミカルグラウト(株) 代表取締役副社長 東京都港区虎ノ門2-2-5 共同通信会館