

III-310 注入工法の施工管理に関する研究（第3報）

－現場注入試験についての－考察－

東京都第二街路整備事務所 田中 正義
前田建設工業㈱技術研究所 正○熊谷 浩二

1. まえがき 未固結地盤における薬液注入について、注入圧の検討¹⁾や事前土質調査の問題点に若干の考察を加えてきた。²⁾ 本報では、注入の設計に大きな根拠を与える現場注入試験について検討した。

大規模注入あるいは設計に当って不確定要素が多い場合には、現場注入試験の実施が定められている。³⁾しかし、その具体的項目や実施規模などの試験内容は、注入目的や対象地盤その他施工条件によって、大きく異なる。今回は、開削工事での底盤止水のための実施例を報告する。なお、試験の目的は、改良効果がどの程度見込めるかの可能な限り定量的な判定・確認、および最も効率的な注入諸元の設定の2つとしている。

2. 地盤概要 対象地盤は、土被り7m、N値20～50の礫層である。粒度分布は、礫分48～74%、砂分22～39%、シルト分以下4～15%であり、ピエゾメーター（回復）法による透水係数が $8.6 \times 10^{-3} \sim 1.0 \times 10^{-2} \text{ cm/s}$ である。そして、層境の構成や深度、あるいは礫層の色調が調査場所によって異なるとともに、粘土や砂の薄層が不規則に挟在し、かつその程度も異なって観察されていた。

3. 試験概要 (1)注入工 対象地盤の土質および他工事での施工実績から選定した表-1の注入諸元によって、A、Bの2ブロックを図-1の順序で5孔施工した。(2)注入効果の確認 未固結地盤の注入効果を、単一の試験で把握することは困難である。⁴⁾また、注入固結土の連続性、あるいは耐久性と関連する強度増加の判定も必要である。したがって、注入効果の確認は表-2の各項目の測定・試験を行い、総合的に判断した。

4. 試験結果と考察 注入効果の確認結果を、図-2に示す。(1)施工状況 図-1の1～3と異なり、4および5の注入孔では、A、Bブロックとも、削孔開始から終了時まで連続した削孔水の地盤中の逸水現象はみられなかった。これは、既注入の隣孔の干渉作用と推定された。また、Bブロックの5孔の注入圧平均値は、全体的に $2 \sim 3 \text{ kgf/cm}^2$ 高く、注入率の違いが認められた。(2)標準貫入試験 注入予定範囲における各ブロックの明確な差は表われていない。また、急激にN値が減少する深度は、ブロックによって異なっている。これらのことは、この礫層中の挟在物の種類が、各ブロックごとに異なることと一致する。(3)現場透水試験 N値と透水係数の関係

表-1 注入諸元

ブロック	A	B
注入工法	瞬結二重管 ロッド工法	
使用薬液	溶液型水ガラス系 薬液（無機）	
注入方式	上昇式（1ステップ 25cm）	
ゲルタイム	10秒	
吐出量	15ℓ/min	
注入率（%）	35	40
注入孔配置	0.8mピッチ正三 角形配置	

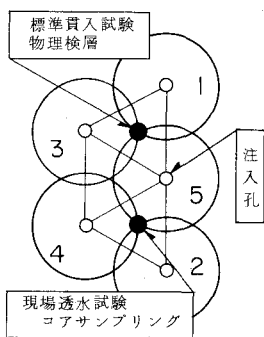


図-1 注入順序

表-2 注入効果の確認項目

項目	方法	目的	備考	
施工状況	削孔状況記録	土質の差異把握		
	P－Q管理図	注入圧から連続性等		
原位置 試験	現場透水試験	透水係数の減少程度	無注入 ブロックの試 験値と対 比	
	標準貫入試験	固結程度と均質性		
	物理 検層	電気検層		注入範囲と固結程度
		P S 検層		
		孔径検層		
注入地盤 観察	採取試料 の目視観察	固結状態		
	室内土質試験	主に粒度試験		
周辺環境 への影響	観測井水質	影響程度		
	地盤変状測定			

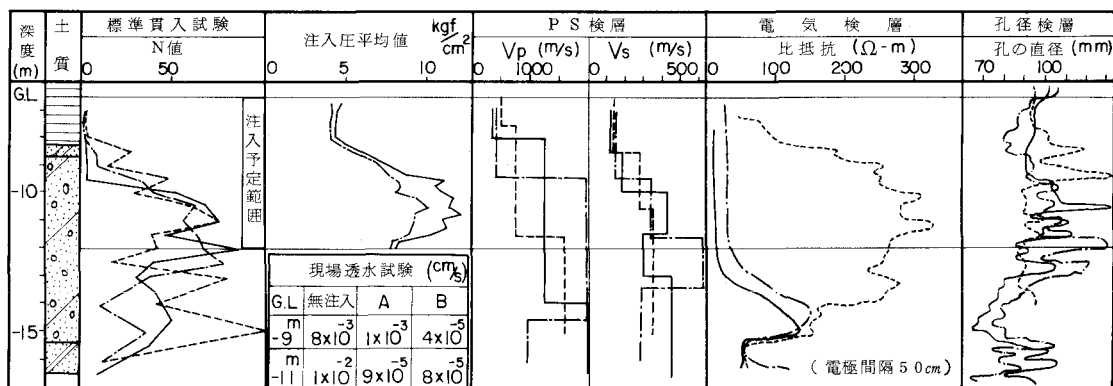


図-2. 試験結果一覧 (--- 無注入, --- A, — B)

を、図-3に示す。前項のN値は、地盤の不均質性を示していると述べたが、透水係数はN値との相関性は小さく、地盤条件を含めた注入効果の程度を表わしていると思われる。(4)電気検層 A, Bブロックとも、注入予定範囲から2 m以深まで薬液の存在を認めた。しかし、この部分の比抵抗注入率、注入予定範囲における値の1割前後と小さく、所定範囲に限定注入されているといえる。(5)P S検層 標準貫入試験と同様に、対象地盤の不均質性を示すとともに、均質な注入効果を得るためには、慎重な施工計画が必要であることを示している。なお、動弾性係数の増加は、注入予定範囲の一部であるが、その増加率はAブロック1.2倍、Bブロック1.3倍である。(6)孔径検層 A, Bブロックとも、孔壁の押出し現象が小さくなっており、注入により安定性が高まっている。このことは、無注入ブロックでは、すぐ孔壁が小さくなり、検層が困難になったことから判定できる。

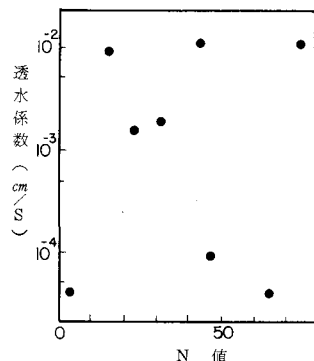


図-3. N値と透水係数

5. あとがき 注入効果の程度と注入諸元の確認を目的とする一般的内容の現場注入試験の実施例について、その概要を述べた。そして、不均質な礫地盤に対する注入効果を、できるだけ多角度から定量的データに基づいて判定し、注入率の違いを明確にし、判定精度を高めることができた。

薬液注入は、多用されている割には理論の少ない工法であり、今後の技術の体系化にあたっては、施工データの集積やその検討も重要な項目のひとつと考えられる。したがって、注入目的や地盤条件が常に異なることや、注入独自の見方が必要なことなどの留意点はあるものの、標準化されている調査法を活用することによって、有意な施工データの集積や比較検討が可能になる。また、経験との結びつけが容易になるとともに、現場注入試験結果の施工計画への反映手順も明確になっていくと考えられる。今後も、注入の設計に必要な目標値の設定、および注入効果に大きな影響を及ぼす施工管理の方法について、検討を続ける予定である。

最後に、試験結果の検討について御教示いただいた横浜国立大三木五三郎教授に、深く謝意を表します。

- 参考文献 1) 小松英弘, 熊谷浩二: 底盤止水における一般ロッド工法の注入圧の検討例 注入工法の施工管理に関する研究, 第35回土木学会年講, S.5 5. 2) 熊谷浩二, 永山晃, 大野茂: 土質調査についての二・三の考察 注入工法の施工管理に関する研究(第2報), 第36回土木学会年講, S.5 6.
- 3) 建設省: 薬液注入工法による建設工事の施工に関する暫定指針, S.4 9.
- 4) 永山晃, 熊谷浩二, 大野茂: 注入工法の施工管理に関する研究(その1)——薬液注入効果の判定について 前田技術研究所報, Vol. 23, S.5 7.