

前田建設工業株式会社技術研究所 正 ○熊谷浩二 永山晃 小口深志

1. まえがき 薬液注入工法は、地盤改良の方法のひとつであり、注入効果を判定することが施工管理の重要な目的となっている。効果判定の方法(試験方法)については、各方面で研究が進められており、筆者らも別報¹⁾で提案している。当工法の目的は、「主体工事の安全確実な施工を図ること」と考えられる。このため、試験結果をどのように評価して最終的な判断に結びつけるかについて検討している例は少ない。現在、効果判定は無注入地盤での測定値と注入地盤での値とを対比する方法が多い。今後は、注入目的をより明確に意識し、いわゆる目標値を設定した判定法を確立することが、当工法の信頼性を高める一助になると思われる。本報では、注入効果に影響を及ぼす多くの要因のうち、人為的に変えることのできる要因である注入諸元をとり上げ、前報まで^{2~6)}を整理するとともに、若干の考察を試みた。

2. 注入諸元の項目 図-1に示すような項目がある。これ以外に、注入ステップ、注入率、注入圧(但し、定量注入では人為的に変えない)などがある。これら数多くの項目のうち、注入効果を高めるために、注入中に変更できる項目は少なく、変化幅も小さい。例えば、図-1のゲルタイムで、「20~50秒」と「3~5分」にまたがる例は少ない。また、注入諸元の各項目の中でも、原理的、数値的に大差があるが、表-1のように現場条件に適合させて、所期の注入目的を達成させている。

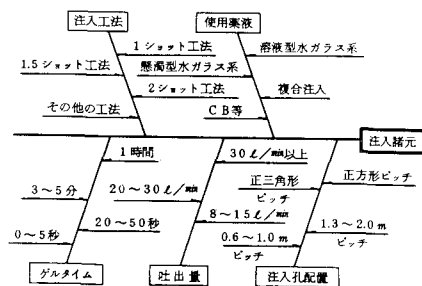


図-1 注入諸元の項目

表-1 地盤改良工(薬液注入)施工実績例

工 法	①A工法 (ダブルバッカー)	②一般ロッド工法	③B工法 (二重管ロッド)	④C工法 (二重管ロッド)	⑤D工法 (二重管ロッド)	⑥E工法 (二重管ロッド)
目 的	シールドのR=20m急曲部 防護工事	開削工の底盤止水	大深度地下建設工事の地下 水対策	コンクリートボックス推 進工の切羽防護	シールド切羽防護	推進工の切羽防護および 道路防護
地 盤 条 件	細砂と粘性土との互層 (1層50cm位) N値4程度	砂礫層 N値20~50 透水係数 $1 \times 10^{-4} \sim 3 \times 10^{-3} \text{ cm/s}$	細砂層 N値50以上 (深度GL-3.6m)	粗砂~微砂 N値5程度 被圧地下水の存在	細砂層 N値30程度 (均等係数1の潜水層)	N値0のシルト層および N値10の砂層
概略図						
使用薬液	①懸濁液 ②懸濁型水ガラス系	①LW-1 ②溶解型水ガラス系	溶解型水ガラス系	溶解型水ガラス系 (LW-1)	溶解型水ガラス系 (I, II)	懸濁型水ガラス系 (L, S)
注 入 ゲル タイム	40分	1分30秒	3~4秒	12~20秒	(I) 6秒 (II) 90秒	(L) 60秒 (S) 10秒
注 入 率	①5% ②2.7%	①12% ②2.8%	4.6%	31.5~33%	4.0%	3.8%
吐 出 量	8 L/min	20 L/min	12 L/min	20 L/min	12 L/min	12 L/min
備 考				築進・到達部は全断面 LW-1は一部底部に使用	注入断面は細砂層厚の 変化に合わせている	

3. 注入諸元の選定 図-1のように、大きな差をもつこれらの項目それぞれを選定する方法は、明確ではない。しかし、「適切でない組合せ」は、経験上十分推定が可能である。つまり、施工実績のないことがその実証という例も多い。したがって、施工実績が少ない注入諸元の組合せを実現させる場合は、表-2のような事前検討を慎重にし、実績のない理由を考えることが、必要である。そして、その理由に対処できると思われる注入諸元を選定し、現場注入試験などで確認することが不可欠である。

4. あとがき 以上のように、注入諸元の組合せは、現場注入試験を含めた事前検討の段階で、施工実績をもとに設定されている。また、注入中に効果を高めるためにコントロールできる項目は非常に少ない（ゲルタイムと吐出量など）。しかし、これらの項目は、注入固結土の連続性に大きく関係しており、改良地盤の止水性、耐久性といった注入効果の大部分を占めていると考えられる。したがって、今後は注入諸元の各項目（注入工法あるいは使用薬液など）単独の比較のほかに、これらの組合せやその用い方の検討も必要と思われる。

参考文献 1) 熊谷浩二：薬液注入工法の実施例から見た注入効果の判定について、土と基礎，31-12，
2) 小松英弘，熊谷浩二：注入工法の施工管理に関する研究－底盤止水における一般ロッド工法の注入圧の検討例，第35回土木年講Ⅲ 3) 熊谷浩二，永山晃，大野茂：同（第2報）土質調査についての二・三の考察，第36回土木年講Ⅲ 4) 田中正義，熊谷浩二：同（第3報）現場注入試験についての一考察，第37回土木年講Ⅲ 5) 熊谷浩二，大野茂，赤坂雄司：同（第4報）注入効果の目標値についての一考察，第38回土木年講Ⅲ 6) 同：同（第5報）ゲルタイムと浸透性についての基礎実験，第39回土木年講Ⅲ

表-2 事前検討の方法（例）

	＜要求される事項＞	＜チェック項目＞	＜検討事項＞	＜検討内容＞
信頼性	注入工事の実績、経験が豊かである	同一目的、同一工法の施工例があるか？	- 目的 - 地盤条件 - 注入工法	- 施工例のない理由を考える - 他の施工例と異なる点を明確にし、当工法の採用について再検討を行なう。
		協力業者が経験のある工法、薬液か？	- 注入工法 - 薬液	協力業者へ、教育、指導の徹底を要請する。
		隣接他現場での注入の実績があるか？	- 工法 - 地盤の連続性（土質調査結果比較）	現場注入試験を行なうことにより、より精度の高い地盤条件の把握を行なう。（必要に応じて詳細な土質調査を行なう。）
	現場条件にあった効果判定法を選択する	効果判定法は、注入目的を満足しているか？	- 判定4項目¹⁾ 1. 施工状況 2. 原位置試験 3. 注入地盤観察 4. 周辺環境への影響	不足項目の測定法を選択する。
期待度	注入による効果の期待度を把握する	他に併用される補助工法があるか？		注入効果の限界を確認し、主体工事との関連での再検討を行なう。
		基本設計量は、計算結果と差があるか？	注入範囲	- 他現場での例について比較再検討を行なう。 - 例が無い場合は、その理由を明確にし、主体工事との関連での検討が必要となる。
影響度	影響を及ぼす恐れのある周辺環境をおさえる	河川、井戸等に近接しているか？		現場注入試験を行なうことにより、地盤の不均一性についての確認を行なう。
		構造物に近接しているか？		構造物に支障を与えないような注入諸元の選定を行なう（工法、吐出量、ゲルタイム、孔配置、注入順序）