

前田建設工業(株)技術研究所 正 熊谷 浩二

同 上 正〇大野 茂

同 上 赤坂 雄司

1. まえがき 薬液注入は多用されている工法ではあるが、理論的に確立されたものは少ない。筆者らは、当工法の信頼性を高めるため施工管理面からの研究を行い、注入圧変化状況¹⁾、事前土質調査法²⁾および現場注入試験³⁾について報告している。本報では、注入効果判定の精度向上に必要な効果の目標値設定に関した検討を試み、その留意点について述べる。なお、判定方法としては、一般的手法を適切に組合せることが、現状での信頼性のある判定になることを別報⁴⁾に述べている。

2. 注入固結土の室内土質試験 図-1は、土被り20m、N値30～50の砂質土での一軸圧縮試験結果であり、 $q_u = 0.1 \sim 21.0 \text{ kgf/cm}^2$ 、 $\varepsilon = 0.2 \sim 2.8 \%$ と大きな幅をもっている。このシールド切羽の目視観察では、肌落ちもなく均質に硬い(掘削しにくいほどの)改良地盤と認められた。また、図-2は、土被り8m、N値40の細砂層での試験結果である⁶⁾。このシールドでは現場条件から、路上と坑内での注入を実施している。路上注入では $1.5 \sim 5.1$ (平均2.9) kgf/cm^2 、坑内注入では $0.8 \sim 8.8$ (平均3.8) kgf/cm^2 であり、目視観察で坑内注入区間の固結度が大きいことと、ほぼ一致した。透水試験結果は、図-2と同現場で、路上注入 $1 \sim 5 \times 10^{-6} \text{ cm/s}$ 、坑内注入 $1 \times 10^{-5} \sim 3 \times 10^{-4} \text{ cm/s}$ となっている。各試験体の粒度分布は、ほぼ同一であったが、この結果は両注入ともに切羽の湧水がなかったこととは一致しない。この2現場での無注入の採取試料は、崩壊のため供試体作成ができなかったことを考慮すると、注入による改良効果が発揮されていることは明らかである。また、このように試験値にばらつきが大きく存在しても、注入目的は達成されていることから、注入工法においては、これらの室内試験結果は施工管理上のめやすであり、均質地盤との仮定に基づく設計での目標値の設定には、原位置試験とあわせた検討などが必要である。

3. 注入前後の原位置試験 注入効果の検討には、効果の発揮されている地盤の試験値と無注入地盤や効果の劣る地盤との比較が望ましい。しかし、前章のように無注入での試験が困難な場合があるが、原位置試験による注入前後の測定例を図-3～6に示す。^{7)～10)} 注入前後の増加率をみると図-3のN値は幅があり、

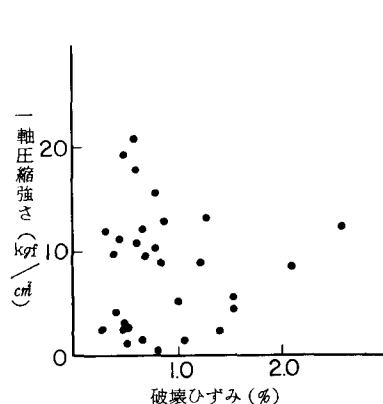


図-1 一軸圧縮試験結果(1)

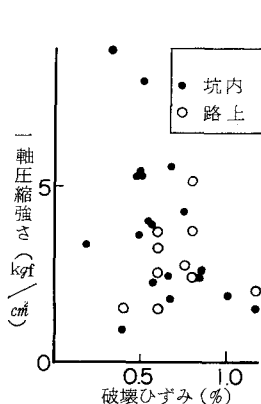


図-2 一軸圧縮試験結果(2)

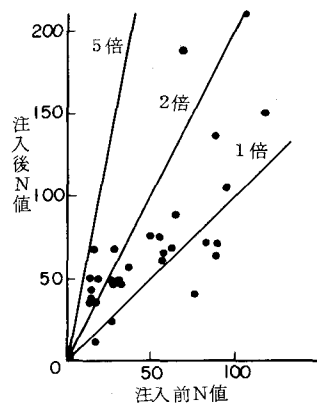


図-3 標準貫入試験結果

図-4のS波速度は2倍までの範囲が多い。また、図-5のP波とS波の速度を用いて算出する動弾性係数についても、2倍以内の増加率である。これらの結果は、前章の一軸圧縮強さの増加率（発現程度）とは直接結びつかないが、目視観察結果との対比などを積重ねることによって、より活用できる試験法になりうると思われる。図-6はボーリング孔利用の試験結果であるが、注入前の透水係数は、S波速度やN値が広範囲に分布しているのに対し、 10^{-2} cm/s前後に集中している。そして、注入後の透水係数の低下率は $1/10^4$ 程度までと非常に幅がある。これは、注入前後の地盤状況の局部的な差異が、結果に大きく表われるためと思われる¹¹⁾、実際の地下水に対しての透水係数とは考えにくい例がある。また、注入層全体の止水性は、平均的に低下するというより、局部的な水みちの発生によって急激に低下すると推定されること¹²⁾から、とくに止水性については、注入層の耐久性をも考慮しないと、施工管理上での注入目的に適した効果の表現にはなりにくい。なお、原位置試験を注入前後に全くの同一孔で実施することは困難であり、地盤条件の差異が測定値に大きく影響する例が多い。したがって、複数の試験法で無注入地盤（初期値）を可能な限り適確に把握する調査計画も必要である。そして、初期値と目標値（注入効果）とをある程度分離して把握することが、注入目的に応じた設計・施工につながっていくと考えられる。

4. あとがき 薬液注入効果の目標値を一義的に設定するのは適当でなく、注入目的および地下水の状況など地盤条件を重視して、慎重に設定すべきである。ただし、目標値の最大最小値（限界値）を明確にし、当工法の適用性を限定することも、逆に信頼性を高めるのに役立つと考えられるので、現在実施されている現場注入試験を、パイロット施工としてより活用し、質の異なるデーターを数多く蓄積していく必要がある。

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 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，3)田中正義，熊谷浩二：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一考察—，第37回土木学会，4)永山晃，熊谷浩二，大野茂：薬液注入効果の判定についての二，三の考察，第16回土質工学会，5)同：薬液注入固結土の土質試験実施例，第15回土質工学会，6)同：薬液注入効果の判定について（第4報），第9回土木学会関東支部，7)神藤健一，熊谷浩二：各種試験による薬液注入効果の測定例，第5回土木学会関東支部，8～10)永山晃，熊谷浩二，大野茂：薬液注入効果の判定について（第1～3報），第6～8回土木学会関東支部，11)小松英弘，熊谷浩二：一般ロッド工法による注入効果についての一考察，土と基礎 Vol.31, No.4 12)熊谷浩二，大野茂，赤坂雄司：薬液注入効果の判定について（第5報），第10回土木学会関東支部。

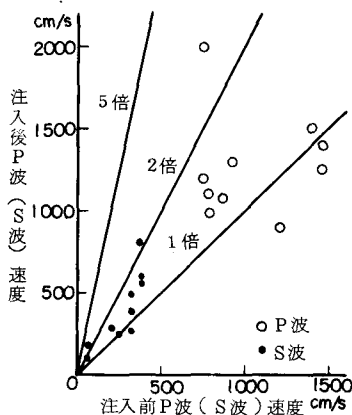


図-4 PS検層結果(1)

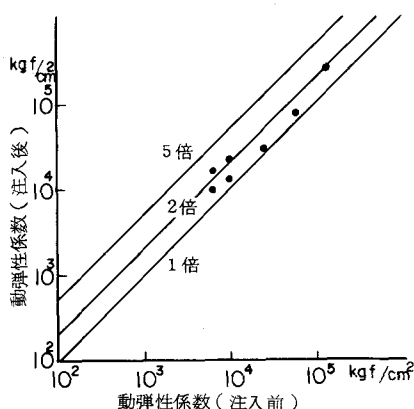


図-5 PS検層結果(2)

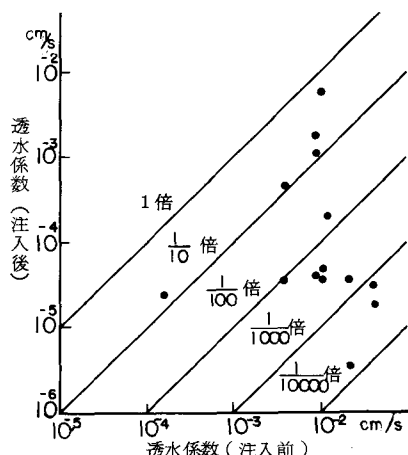


図-6 現場透水試験結果