

III-348 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)——

前田建設工業(株)技術研究所 正 熊谷若二 永山 晃 正 大野 茂

1. はじめに 前報¹⁾で一般ロッド工法による施工データを検討し、この工法も注入圧傾向と注入効果との相関性が高いことを述べた。土質調査によって、この対象地盤は全域にわたりほぼ均一な砂礫層と観察されていたが、施工ブロック毎に注入効果の差が認められた。このため当地盤の土質性状は注入工法にとって大きな差異を有していたと考えられた。したがって本報では土質調査結果に、注入工法の観点から若干の考察を加えた。

2. 標準貫入試験 各調査孔でのN値を図-1に示す。深度と比例の傾向を示し、また注入対象層のGL-8〜9mで標準偏差 σ_{n-1} が大きくなっている。一見同一の地盤のように見えても砂礫地盤は、土粒子の構造および配合などの複雑性が粘性土より大きい²⁾ため、N値が大ききばらつき²⁾したがって図-1のようにN値のばらつきが大きい部分は、測定誤差よりも地盤の不均質性をより多く表現していることになる。図-2の貫入量と打撃回数³⁾の関係($s-n$ 曲線³⁾)から、同程度のN値でも地盤構成の違いがあり、粒度分布など他のデータを必要とすることがわかる。また深度毎にN値の測定回数が異なったが、図-3のようにばらつきとの関係はみられない。したがって標準貫入試験は、適当な本数をかつ常に全深度について実施すべきである。

3. 粒度試験 GL-8mの粒度分布を図-4。また調査孔毎の60%粒径、30%粒径および均等係数を図-5に示す。N値と同様に一定の傾向や規則性はみられず、地盤構成の複雑さが想定される。したがって注入固結

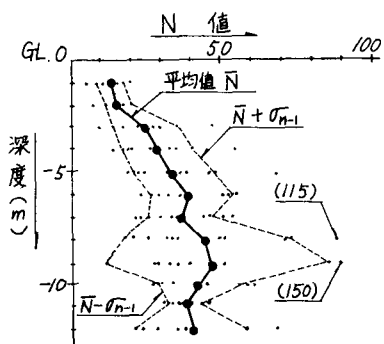


図-1. 対象地盤のN値(注入前)

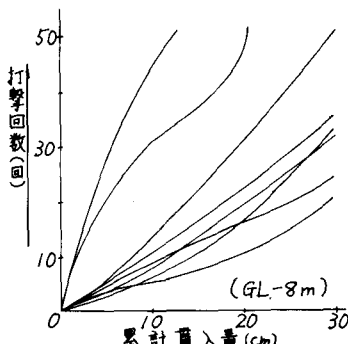


図-2. 貫入量と打撃回数

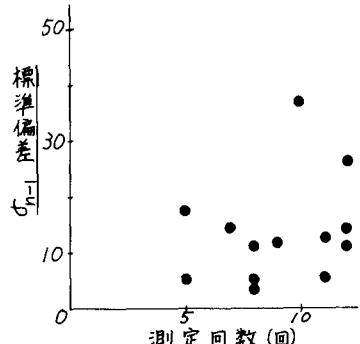


図-3. 測定回数と標準偏差(N値)

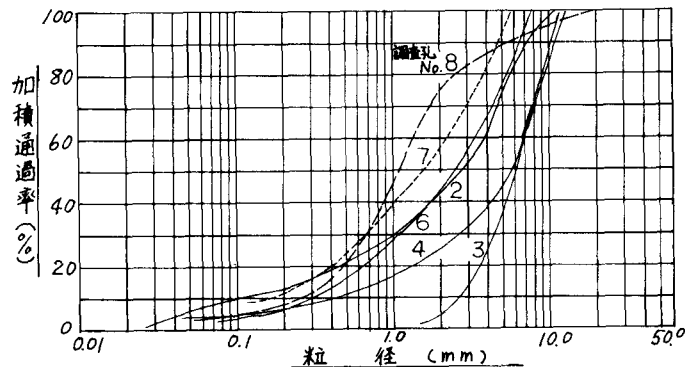


図-4. 対象地盤(GL-8m)の粒度分布

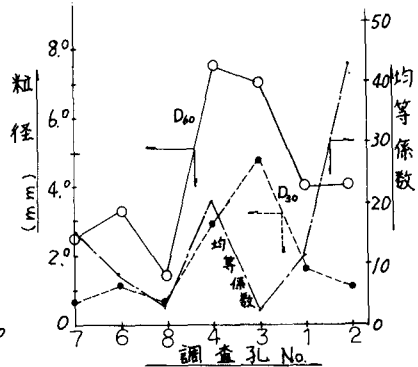


図-5. 調査孔毎の粒度

体の連続性を確保する精度の高い施工のための注入諸元とともに、改良土の不均質性を補完するための注入諸元および注入範囲の設定が、信頼性の高いかつ効率的な注入工法の設計には不可欠である。図-6はある調査孔のレイモンドサンプラー試料およびその20m以内で掘削中に採取した試料との粒度分布である。実地盤の不均質性を考慮に入れると、レイモンドサンプラー試料の試験結果は十分に近似値を示している。ただし注入工法の設計では粒径などの数値に重点をおき過ぎることは不適當であるが、柱状図の土質名のみでは明確な注入設計が難しい。このため土質名と粒度分布との対比をしておくとともに、注入対象深度では前後を含め可能な限り数多く粒度分布を把握しておく必要がある。

4. 中性子水分検層による間隙率の推定 注入率の算定は対象地盤の間隙率を知って行うのが最も適切ではあるが、現在のところその正確な把握はとくに砂礫層において困難である。つまり砂礫地盤は粘性土地盤に比べ不均質性が大きく、間隙率が平面的かつ深度的に大きく異なること、およびサンプリング技術が難しいことなどのため、間隙率を注入率の算定に用いられるほど精度よくは把握できない。したがって土質調査結果をもとに概略値を推定し、現場注入試験で対象地盤に適した注入率を求めているのが現状である。今回注入前の地盤に中性子水分検層を実施して、対象地盤の平均的な間隙率を試算してみた。なお湿潤密度 γ_t は、現地盤の砂礫試料を採取して室内試験を行い、次の結果を得ている。①ゆる詰状態 $\gamma_t = 2.01 \text{ t/m}^3$ 、②振動を与え締固め中位 $\gamma_t = 2.19 \text{ t/m}^3$ 、③締固め大 $\gamma_t = 2.26 \text{ t/m}^3$ 。

$$w = \frac{w_g \times 100}{\gamma_t - w_g}, \quad e = \frac{w \cdot G_s}{100 \cdot S_r} \quad \left\{ \begin{array}{l} w: \text{含水比}(\%), w_g: \text{含水量}(\text{t/m}^3), e: \text{間隙比}, \\ S_r: \text{飽和度}(\%), G_s: \text{比重} (= 2.60) \end{array} \right.$$

表-1より $w_g = 0.53 \text{ t/m}^3$ および $\gamma_t = 2.2 \text{ t/m}^3$ 、 $S_r = 100\%$ とすると、 $e = 0.82$ となり間隙率 $n = 45.1\%$ となる。

5. あとがき 以上述べてきたように注入工法の設計にあたっては、土質調査結果をそのまま定量化して用いるのは不適當であり、定性的に用いることが正しい活用法である。豊富な土質調査データから対象地盤の不均質性の程度を明確に把握して、現場注入試験そして本施工手順をおっていくことが、信頼性の高い注入工法の施工程プロセスと考えられる。

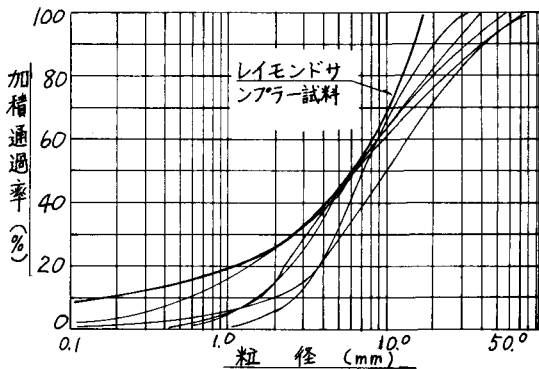


図-6. 掘削試料の粒度分布

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；第35回土木学会，S55. 2)一川宏也，溝口昭二：標準貫入試験の打撃法に関する比較研究，第11回土質工学会，S51. 3)宇都一馬，冬木衛，近藤博，石塚進：標準貫入試験に関する基礎的研究(3)，第13回土質工学会，S53.

表-1. 中性子水分検層結果 (* 注入対象地盤)

深度(m)	計数率比	含水量(t/m³)	深度(m)	計数率比	含水量(t/m³)
GL-5.25	0.859	0.483	GL-7.75	0.988	0.466
-5.50	0.796	0.478	* -8.00	0.982	0.566
-5.75	0.818	0.447	* -8.25	0.981	0.560
-6.00	0.875	0.458	* -8.50	0.957	0.560
-6.25	0.837	0.487	* -8.75	0.963	0.540
-6.50	0.867	0.466	* -9.00	0.883	0.545
-6.75	0.906	0.483	* -9.25	0.833	0.492
-7.00	0.895	0.506	* -9.50	0.888	0.465
* -7.25	0.885	0.498	* -9.75	0.848	0.495
* -7.50	0.837	0.492	* -10.00	0.963	0.472