

東海大学工学部 正員 宇都一馬
正員 〇冬木 衛
正員 近藤 博

1. まえがき 標準貫入試験(以下SPT)によって得られる打撃回数-累計貫入量曲線(以下 π -S曲線)の整理法には、地層が途中で変化する場合の N 値を算定する大崎の方法¹⁾があるが、 π -S曲線そのものの定量的な取扱いはないようである。サンプラーに働く地盤の貫入抵抗は、地盤の状態の種々の要因に支配されるものであるから、 π -S曲線のパターンも地盤固有の地盤特性値の変化を反映しているはずである。筆者らは、多くの実測データを視察して π -S曲線を3つのタイプに分類した²⁾。すなわち、均質地盤において、サンプラーの貫入が進むとともに貫入抵抗が増大するもの(タイプa)、貫入抵抗が一定のもの(タイプb)、貫入抵抗が減少するもの(タイプc)である。前報では、タイプaに属する信頼性の高いと思われるデータ104例を取り上げ、実測値に $S = S_0(1 - e^{-\lambda \pi})$ (1) の非線形回帰曲線を当てはめ、 S_0 、 λ を最小二乗法で決定し(図-1参照、図中に各種の量を定義)、その解析結果について報告した。得られた結論を列記すると、つぎの通りである。

(1) π -S曲線の全点記録のあるもの(全点データ)への(1)式の当てはめは、満足すべきものであり、 π -S曲線は S_0 、 λ 2つの回帰係数のみで定量化できる。(2) また、10cm貫入時ごとの打撃回数(3点データ)から求めた S_0 、 λ および S_0/λ 、 S_0/λ などの諸量は全点データから求めたものとほぼ一致した。これにより、過去の多量のSPTデータ(一般には3点データ)についてこの解析手法が適用できる。(3) 極めて硬い地盤で

" N 値50以上"で打ち切られている場合でも、2点以上の記録があれば(1)式は決定され N_0 値も推定できる。この N_0 値は、打ち切り時の π -Sの関係から単純に比例計算した N 値よりかなり大きい値となる。(4) また、これによると、 $S_0 \leq 30$ cmとなっていわる N 値が存在しない地盤もある。

(5) (1)式をもとに得られる、 S_0 、 λ 、 S_0/λ 、 S_0/λ および N_0 なる諸量はそれぞれ地盤固有の地盤特性値と密接な関係があることが予想される。

今回の報告は、この結果をもとにさらに詳細な考察を行なったものである。

2. 同一 N 値における π -S曲線の相違 図-2は、 N 値50付近における異なる地層の π -S曲線6例を描いたもので、図中の表に回帰係数その他のデータをまとめてある。これから従来同一 N 値と評価されていた地盤においても、 π -S曲線のパターンには相違があることが分かる。これはサンプラーの貫入性状に相違があることを示し、地盤の強度変形特性、粒度構成、密度などの相違がサンプラーに働く貫入抵抗の変化として反映されているものとして興味深い。

3. S_0 - λ 図による π -S曲線の分類 π -S曲線は、 S_0 および λ の値によって決定されるので、解析結果を S_0 - λ 図にプロットすると π -S曲線のパターンの分類が可能となる。またプロットされた点は地盤種別ごとに特長ある分布をする。紙面の都合で S_0 - λ 図は省略するが(前報²⁾、10図参照)、これを詳細に検討するとつぎの事が明らかになる。

(1) 粘土質地盤では、 π -S曲線の S_0/λ の値は2.5~8と大きいにもかかわらず、 S_0 は比較的小さく45~55cm程度となる。これは、曲線の曲がり

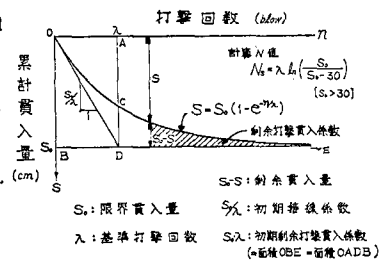


図-1 π -S曲線の解析モデル

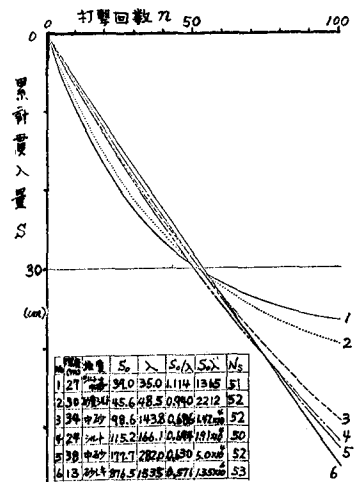


図-2 同一 N 値における π -S曲線の相違

早く起こることを示し、サンプラーに働く先端抵抗とサイドの摩擦抵抗との割合の変化が粘性土特有のパターンを示すことを暗示している。(2) シルト質地盤では、 S_0/λ は0.7~3、 S_0 は35~170cmとなった。 S_0 は硬質のものほど小さい値を示し、地質年代の相違による破壊性状の違いが現われているようである。(3) 砂質地盤では、 S_0/λ は0.2~5、 S_0 は17~350cmの範囲にあり、 S_0 - λ 図上で広く分布した。硬質のものでは $S_0 < 30$ cm となり、 N 値の存在しないものもある。地盤の粒度構成、相対密度、沖積層、洪積層の違いが影響していることが予想される。(4) 砂レキ地盤では、 S_0/λ は0.6~0.8の狭い範囲にあるが、 S_0 は30~1000cmの広い範囲にあり、 π - S 曲線が急激に曲がるものと、ほとんど直線的になるものがある。 S_0/λ の値も広に範囲に分布する。砂レキ地盤の粒度構成、締まり具合、玉石に当たった場合などの影響が貫入性状の相違となって現われたものと考えられる。

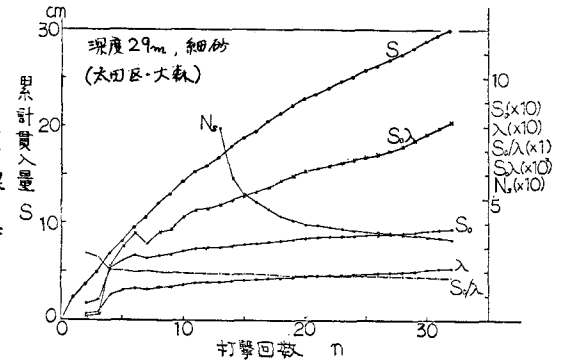


図-3 $S, S_0, \lambda, S_0/\lambda, S_0/\lambda$ および N の時系列変化

4. $S_0, \lambda, S_0/\lambda, S_0/\lambda$ などの諸量の打撃数ごとの変化 π - S 曲線の全点定期記録で $\pi=2$ から始めて、1点ずつ測点を増加させながら1次の回帰を行ない、求めた諸量を打撃回数についてプロットすると一種の時系列的変化がわかる。図-3は、解析結果の一例で砂質地盤についてのものである。これらを検討すると、貫入の初期にはタイプbやcの貫入性状を呈して、大きく変動している状態が明らかとなり、いわずに予備打ちの必要性を要付けるものである。また、これらの時系列変化は粘性土地盤、砂質地盤、砂レキ地盤あるいは地層が変化した場合に特長のあるパターンがみられ、これも地盤のパラメータの一つとして利用できそうである。 S_0/λ の変動の少ないのは一つの特長である。

5. $S_0, \lambda, S_0/\lambda, S_0/\lambda$ などの諸量の持つ意味について 今回の解析では事例も少なく断定的なことは言えないが、今回使用したデータに限れば下記のことが言えそうである。(1) S_0 (限界貫入量) : サンプラーがこれ以上貫入しない限界値を示し、 π - S 曲線の収束値を示す。(2) λ (基準打撃回数) : π - S 曲線の初期接線と S_0 線の交点に相当する打撃回数を乗わし、 S_0 とともに曲線の曲がり具合を決定し、地盤の強度変形特性と密着な関係があると考えられる。(3) S_0/λ (初期接線係数) : π - S 曲線の初期接線の勾配を乗わし、等 S_0/λ 線は S_0 - λ 図において原点をとる直線となる。今回のデータでは0.2~8の範囲の値をとった。 N 値とは、ほぼ逆相関の関係があり、 N 値をさらに一般化したものと考えられ、地盤特性値の一つとして利用できそうである。(4) S_0/λ (初期割合打撃貫入係数) : π - S 曲線と基準線 (S 線) および S_0 線で囲まれる面積 (図-1参照) で、一種のエネルギーに関する情報を与えることができる。等 S_0/λ 線は、 S_0 - λ 図で双曲線で表わされる。(5) S_0/λ と S_0 の関係は、地盤の総合特性を表現するものと考えられるので、今後、更に検討を進める予定でいる。

6. まとめ SPTによって得られる π - S 曲線 (タイプa) を $S=S_0(1-e^{-\frac{\pi}{\lambda}})$ で近似して、定量的に扱える見通しが得られた。同一 N 値と評価される地盤でも、その構成地質の違いにより π - S 曲線のパターンに相違がみられた。今後、多量のデータの収集を行ない他の工質定数値も合わせて統計的解析 (主に多変量解析) を行なう予定でいる。また、筆者らの研究よりロードの長さによる動的貫入機構の相違が明らかとなっているので、この面からの検討を地盤のモデル化を試みながら解析的に進めたい。

謝辞 貴重な資料を提供いただいた、全国地質学会連合会および関係各社の方々、別途資料をいただいた中央開発K.K.、応用地質調査事務所、川崎地質K.K. の関係各位に深く感謝いたします。

参考文献 1) 大崎順彦、建築地盤調査法、オーム社 (1958)。2) 宇都宮本近藤、橋本、標準貫入試験に関する基礎的研究 (3)、第13回土質工学研究発表会 (1978)。3) 宇都宮本近藤、山田、 N 値の補正法に関する一考察、2) と同じ。