

N値の世界・岩盤分類の世界



*中村康夫

1. はじめに

今月号は「地盤・岩盤」特集である。岩盤とは、地盤を固結の程度あるいは構成物によって分類した場合に、硬い固結した岩石から構成される地盤を指す工学用語である。すなわち地盤は岩盤を含むより広範囲な用語であるが、「地盤・岩盤」もしくは「地盤と岩盤」というように表記したときには、未固結の土砂から構成される地盤に限定した意味で用いられることも少なくない。またこれとは逆に、議論の対象が未固結の地盤であることを明確にするために、本来の定義どうりの意味で未固結地盤と表現することも多い。

地盤・岩盤は、構造物基礎や斜面の安定性・地下空間の利用・地下水環境の保全等我々の生活と極めて密接な関係があるので、それぞれの分野で活発に研究されている。その内容の一端は特集記事を読んでいただくこととして、ここでは最近数年間の技術相談から感じた地盤・岩盤調査の問題点について述べる。

2. 地盤と岩盤

地盤・岩盤とも地質的な物体であり、それぞれ過去の地質的出来事が刻み込まれている。したがって地層の分布状況を把握し、調査の最終成果物としての各種地質図類や地盤図類を作成するためには、地盤・岩盤いずれの場合も地質学的知識が必要不可欠である。未固結地盤は堆積当時の状況をほぼそのまま保存しているので、その作業は岩盤に比較してスムーズに行えるはずであるが、現状では必ずしも地質学的に満足できる成果が得られているとは言い難い。

この原因は地質解析の基本となる地層の対比(離れたボーリング孔間の地層のつながり状況を判定すること)が、せいぜい粒度やN値等の土質

工学分野の物理的・力学的指標によってのみなされているからである。これを改善するには、花粉や有孔虫等の微化石・火山灰・重鉱物等の地質学的指標による対比や、浅層反射法等の物理探査を実施する必要がある。

岩盤は未固結地盤とは比較にならないほど長い地質学的時間の中で、様々な作用(地質現象)を受けて形成されたもので、地層の分布は極めて複雑である。たとえば断層によって地層が大きく変位していたり、褶曲によって地層が逆転していたり、海底地すべりによって堆積時の構造が破壊されていたりする。このため岩盤において、地層の分布を正確に把握することは未固結地盤に比べて著しく困難で、これを行う地質技術者には豊富な経験に基づく高度な専門的知識が要求される。

3. 地盤・岩盤物性の把握

安全で経済的な構造物を建設するには、建設計画の各段階に対応した適切な調査によって、基礎地盤や基礎岩盤の力学特性および透水特性を正確に把握する必要がある。この場合未固結地盤の性状は極論すれば、一地点の標準貫入試験結果あるいは一つの不攪乱試料の室内試験結果からほぼ正確に把握できる。しかし岩盤の性状は多数のボーリングコアを採取して、室内試験をいくら行っても正確に把握することは不可能である。

それは未固結地盤が連続体の力学(土質力学)を適用できるのに対し、岩盤は不連続体の力学(岩盤力学)を適用しなくてはならないからである。すなわち岩盤には、形成されてからの履歴を反映して、断層・節理・層理・片理等多種多様な不連続面や、風化・貫入・熱水変質・海底地すべり等による種々の規模・性状の劣化部が存在する。したがって岩盤特に硬岩の力学・透水特性は岩片自体の材料特性より、不連続面や劣化部の分布状況および特性に大きく影響される。

このため基礎岩盤を正しく評価するには、局部的な現象にとらわれることなく、地山の地質およびその構造・成因を含めた総合的な判断をすることが必要で、不連続面・風化・熱水変質等の地質現象に関する理解が不可欠である。つまりたかだか数万年程度の歴史しか持たない未固結地盤に対して、我が国の場合古いものでは数億年の歴史を持つ岩盤の力学・透水特性を正確に把握するには、まずその地質学的(歴史的)背景を理解したうえで、現時点における岩盤の特性を示す各種試験データを詳細に検討しなければならない。

未固結地盤と岩盤を、それぞれの力学特性を簡便に評価するため日常的に用いられている指標で区別すれば、前者がN値の世界・後者が岩盤分類の世界ということになる。それぞれの指標の適用範囲は自ずから明らかなはずであるが、以下に例示するように岩盤調査におけるN値の誤用が深刻な問題となっている。

4. 岩盤のN値?(その1)

N値が適用できるのは当然のことながら未固結地盤であり、どう拡大しても半固結地盤あるいは岩盤が劣化して生じたD級岩盤までで、CL級以上の堅硬な岩盤には適用できない。ところが特に道路関係の調査においては、CL級はもちろんCM級さらにはB級岩盤においてさえN値を求め、粘着力や内部摩擦角を算出している例がかなりある。いかに岩盤の強度定数を求めることが重要とはいえ、このような手法は全く無意味であるばかりか、完全に誤った数値を与える。岩盤はそもそもN値の適用できる世界ではなく、岩盤分類の世界だからである。

岩盤を調査対象とし、原位置岩盤試験の経験をつんだダム分野の地質技術者は、ボーリングコアの観察から岩盤分類を介しておおよその岩盤強度を推定できる。N値から堅硬な岩盤の強度を算出しようなどとは発想すらしないだろう。求められているのはこのような経験に裏打ちされた土木地質的常識から岩盤を評価できる地質技術者であって、試験値からその適用範囲を考慮することなく機械的に数値を求める地質技術者ではない。

しかしながら、岩盤を扱っても構造物基礎としての岩着確認のみで、岩盤分類を実施したことのない道路分野の地質技術者はこれができず、未固

結地盤同様N値から堅硬な岩盤の強度を求めることになる。しかも標準貫入試験によって手軽にN値が求まるため、岩級としての考察を行うことなく同一サイトの同一岩級の岩盤に対して、試験実施箇所ごとに異なる強度を与えている例もある。これなど岩盤分類の何たるかを全く理解しておらず、地質技術者の適材適所の起用が極めて重要となる。

5. 岩盤のN値?(その2)

地すべり面調査において、未固結地盤と同じように一定の深度間隔で標準貫入試験を実施し、N値の小さい箇所を結んで地すべり面とすることが少なからずある。地すべり面を特定するには成因を明らかにする必要があるが、N値の小さい箇所すなわち岩盤の劣化箇所の成因は地すべりのみならず、断層・節理の集中・風化・熱水変質等多様多様で、むしろ地すべり以外によることが多い。N値からはこのような成因を特定することは不可能なので、原理的に地すべり面を特定することはできない。しかも標準貫入試験を実施した箇所以外のコア採取区間に、地すべり面が存在する可能性も大きい。

成因を特定するにはボーリングコアを連続的に不攪乱で採取し、詳細なコア観察(岩盤分類の世界そのもの)を行う必要がある。しかしながら標準貫入試験を実施することにより、試験実施箇所のコアは乱れて有効な情報がほとんど得られなくなるため成因の特定はできず、地すべり面か否かの判断は不可能となる。つまり地すべり面調査でN値を求めることは、調査目的自体を否定することになる。岩盤分類の世界においてN値万能主義者の跳梁跋扈を許してはならない。

6. おわりに

半固結地盤や強風化岩盤のように、N値の世界とも岩盤分類の世界とも考えられる地盤もあるが、これらはN値によって解析しても大きな問題は生じないと思われる。問題は岩盤分類の世界であるはずの岩盤調査において、事業分野によっては極めて不適切なN値の適用例が少なからず見られることである。岩盤調査の質を向上させるには本特集号に例示されるような新技術の開発とは別に、何らかの政策的な取り組みが必要であろう。