

粘板岩の変形特性について

中央開発(株) 市川 健

1.はじめに

本業務は道路橋梁の基礎調査であり、基礎形式が「深礎杭」の箇所では孔内水平載荷試験を計画していた。調査開始前の現地踏査結果から、当地には節理の発達した粘板岩が広く分布していることが分かった。筆者は、林・日比野により異方性岩盤(頁岩・片岩)で載荷方向の相違により変形特性が大きく異なることが報告されていることを踏まえ、当地のような岩盤でも変形特性の相違を捉えることができるだろうと想定した。本調査に使用した孔内水平載荷試験器は「エラストメーター2」で、その構造特性を事前に把握した上で使用することにした。エラストメーター2は、孔内の変位を2本のキャリパーアームで捉える構造となっているため、載荷方向を任意に設定することができた。本報告では載荷方向の相違による変形特性の相違を実証した事例を紹介する。

2.地形・地質概要

試験地は、図-1に示したように岩手県南東部の三陸海岸地域に位置する。当地は北上山地の東縁にあたり、東側には太平洋を望むリアス式の海岸線が形成されている。試験地およびその周辺山地の大まかな稜線方向は、N-S系及びNE~SW系が卓越しており、地層の分布方向と調和的な方向性を示している。地質は、古生代二疊系・中生代三疊系・中生代白亜系及び第四系により構成されている。試験対象層はこのうちの古生代二疊紀の登米層である。登米層は主として黒色粘板岩よりなり、厚さは850mにおよぶ。登米層は分布地域により上層部と下層部に区分され、当地は上部層に相当する。登米層上部層は厚さ500~700mで砂岩および石灰岩を薄層状に挟む(試験地では凝灰岩も挟在)。地層は、概ね南北方向の走向を呈しており同一方向にスレー



図-1 調査位置図

トへき開が発達し、風化部では、板状に節理が卓越している。

3.試験概要

(1) 試験装置概要

本試験に使用したエラストメーター2は二本のキャリパーアームで捉えた変位を差動トランスにより測定する装置である。図-2には、エラストメーター2の変位測定部の構造を示した。これによれば、キャリパーアームは一方の変位を測定する構造となっており、プローブの向きにより変位の測定方向が異なる。

(2) 試験方法

調査地の地盤モデルを図-3に示した。当地の粘板岩は、地形・地質概要でも述べたように概ね南北性の走向を有している。この粘板岩の卓越節理は地層の走向と同方向であり、傾斜は60~80°と急傾斜を呈している。以上のような地質的背景から、変位の測定方向を変形係数が高い値となることが予想される南北方向(節理方向と平行)と、変形係数が小さな値となることが予想される東西方向(節理と直交方向)の2方向に載荷方向を設定した。

プローブを任意の方向に正確にセット(挿入)する方法としては、①プローブを分解し、キャリパーアームの方向をつかむ(カップリング部分にマジックで線を入れる)、②ロッドの上下端にチョークで印をつけ、キャリパーアームの方向をずらさない、③試験深度まで降下させパイプレンチにて方位の微調整を行う、④方位と深度を再確認し試験を開始する。なお、本試験は時間経過に伴う岩盤の緩みが発生しない様、削孔直後に実施したものである。

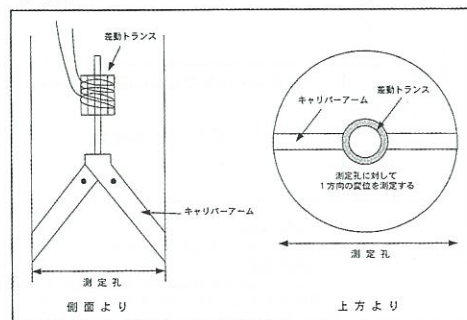


図-2 エラストメーター2の変位測定部内部構造

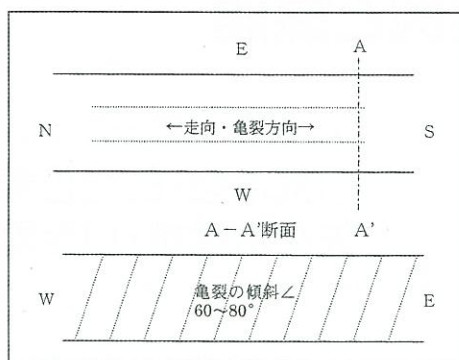


図-3 調査地の地盤モデル

4. 試験結果

図-4には変位の測定方向別に区分した岩級区分と変形係数の関係を、表-1には変位の測定方向別に整理した変形係数の平均値を示した。図-4によると、当岩盤においてEW方向では $1.00 \times 10^2 \sim 1.00 \times 10^3$ (N/mm²)の範囲に、NS方向では 1.00×10^3 (N/mm²)付近にそれぞれ分布している。すなわち、両者では一部の値を除けば、変形係数において1オーダー程度の相違が認められた。このことから、当初の想定通り節理方向に対して平行な方向と直交する方向では、変形係数が大きく相違することが確認された。これを表-1により詳細に比較すれば、粘板岩のCL級においては、EW方向の平均値が 2.70×10^2 (N/mm²)であるのに対し、NS方向の平均値が 9.50×10^2 (N/mm²)となっている。

すなわち、載荷方向を事前に検討し、試験地の地盤状況に合わせて試験を実施することで、地盤特性(異方性)を反映した変形特性を得ることができた。

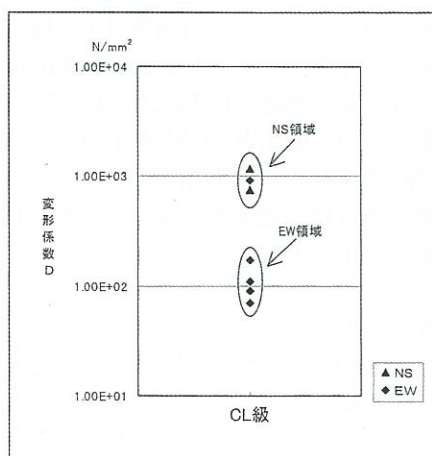


図-4 岩級区分と変形係数の関係図

表-1 載荷方向による変形係数の違い

岩級区分	載荷方向	変形係数 (N/mm ²)	
		範囲	平均値
CL	EW	$7.00 \times 10^1 \sim 9.10 \times 10^2$	2.70×10^2
	NS	$7.40 \times 10^2 \sim 1.16 \times 10^3$	9.50×10^2

表-2 載荷方向を考慮しない変形係数

岩級区分	載荷方向 考慮せず	変形係数 (N/mm ²)	
		範囲	平均値
CL		$7.00 \times 10^1 \sim 1.16 \times 10^3$	4.60×10^2

また、表-2には一般的な(載荷方向を考慮しない)整理方法による試験結果を示した。CL級粘板岩の変形係数は平均で 4.60×10^2 (N/mm²)を得ることができるが、上記した変形係数と比較するとNS方向では約1/2、EW方向では約2倍の相違が認められた。

5. まとめ

試験結果によると、卓越節理に平行な向きと直交する向きとでは約3倍の変形係数の違いが示されたが、この値はNS方向領域にプロットされている1データ: 9.10×10^2 (N/mm²)を含んだ値であり、これを省けば約10倍の違いとなる。つまり、節理の卓越した粘板岩においては節理の異方性が、強度・変形特性値に与える影響の大きいことが確認できた。

今回の試験結果を踏まえ、今後、調査を実施する技術者はやみ雲に試験を行うのではなく、地盤状況や使用機械の特性を十分に把握した上で地盤特性を捉え、設計・施工に有意な値を提供する試験を実施してほしいものである。

6. おわりに

今回の試験では、載荷パターンを単純(単調)載荷として実施したが、粘板岩のような節理の発達した岩盤において、載荷方法(単純と繰り返し)の違いによる試験結果の相違を検証することも有効であると考えられる。ただし、繰り返し載荷は、単純載荷と比較して多大な労力を費やすことになるため、限られた期間と費用の中で、比較検討できるだけの測定数(試験数)を得ることが困難である。

今後の調査においては、限られた範囲の中で可能な限り種々の条件での変形特性を追い求めていきたいと考えている。また、今回の試験はCL級岩盤を対象に実施したものの、各試験の深度が3~13mとややバラツキがあり、必ずしも同一条件(地圧や緩み等)での試験とはいえないところがあった。しかし、節理の発達した地盤において、載荷方向と変形係数が密接な関係があることを確かむ事ができたといえる。

[参考文献]

- 1) 林 正夫、日比野 敏:地下構造物の設計と施工、土木学会、pp.97~98 1976.