

軟岩の室内試験結果の地質的評価

-葉山層群による事例-

(株)大林組 ○並木和人 土原久哉 鈴木健一郎 桑原 徹

1 はじめに

地下空間での構造物の設計、施工に際しては、対象となるサイトの岩盤の工学的諸特性、ならびに地質構造の把握が重要である。そのための岩盤の工学的特性の評価法として、岩盤のき裂分布の評価が重要視されている。その手法について、花崗岩などの硬岩については確立されつつあるものの、軟岩については評価例も少なく、手法も確立されていない。ここでは、室内試験により示された軟岩中の潜在き裂の評価に際し、X線回折試験結果や地質図等の文献資料調査とあわせてその成因について解釈を試みた例を示す。

2 試料採取条件および地質

軟岩供試体は神奈川県三浦半島でボーリングコアとして採取された泥岩であり、これは地層区分によれば新第三系葉山層群に属する通称森戸硬質泥岩層（森戸層）に相当するものである。三浦半島の地質断面図およびボーリング位置を図-1に示す。図に示されているように、半島全体にわたって褶曲構造が卓越しており、断層により地質が分断されていることが三浦半島地域の地質の特徴である。こうした褶曲構造は、砂礫やシルトといった海底堆積物が地殻変動により地表へ上昇する際に、長期間にわたって応力を受けた結果であると説明されている。この森戸層を含んだ葉山層群は半島の基盤をなしており、その層厚は最大約1500mと推定されている²⁾。しかし、半島全体の地質構造は非常に複雑であり、過去に地質構造の応力場を求めた研究事例³⁾などが存在しているが、地層層序、生成年代、褶曲のメカニズム等の詳細についてはまだ十分解明されていない。

ボーリングコアの観察では、いわゆる土丹の様相を呈している部分と硬質部分とが数10cmから数mの間隔で交互かつ不規則に存在しており、所々に破碎された部分を挟んでいる。また粘性や硬質の割合も一様ではない。

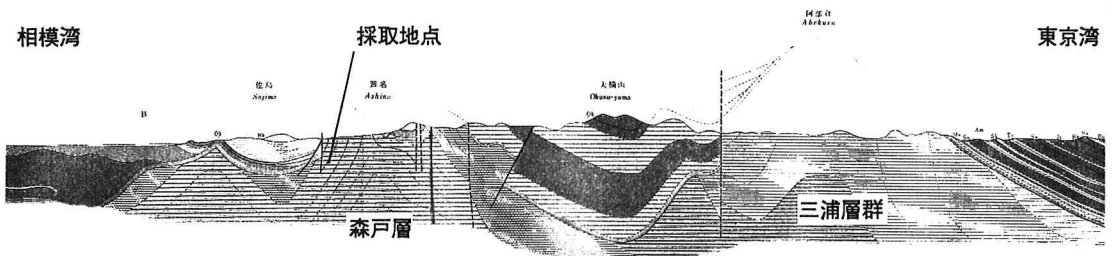
3 物理力学試験

試料について、一軸および三軸圧縮試験、超音波試験を実施した。試験結果より得られた圧縮強度、弾性係数、弾性波速度を表-1に示す。得られた値を同じ第三紀層である上総層群中の泥岩の値と比較すると、弾性波速度には大きな違いがみられないのに対し、圧縮強度および弾性係数が1桁低い値をとるのが特徴である。いくつかの試料では、ごく小さな応力をかけた状態においてせん断破壊に至った。写真-1にその状態を示す。せん断破壊面は鏡肌を呈していた。この試料については三軸圧縮試験も行っており、 c 、 ϕ ともに小

表-1 物理力学試験結果

深度	岩質	単位体積重量 (g/cm^3)	一軸圧縮強度 (kgf/cm^2)	静的弾性係数 (kgf/cm^2)	P波速度 (km/s)	S波速度 (km/s)	すべり破壊
31.15	土丹状	2.130	2.8	480	1.56	0.83	
32.15	〃	2.109	2.5	730	1.67	0.63	
34.10	〃	2.041	1.8	180	1.48	0.55	
35.0	〃	2.007	0.3	-----	1.61	0.56	○
35.25	〃	2.028	1.0	-----	-----	-----	
50.05	〃	2.131	1.8	480	1.55	0.74	
50.30	〃	2.803	3.7	335	1.59	0.71	
27.35	硬質	2.801	3.8	170	1.32	0.66	
36.15	〃	1.908	0.3	-----	1.50	0.66	○
36.40	〃	1.975	0.5	-----	-----	-----	○
47.55	〃	1.976	0.0	-----	1.54	0.71	○
上総層群	土丹状	1.94	27.3	3310	1.86	0.99	

※上総層群の値は既往調査の平均

図-1 三浦半島の地質構造¹⁾ および概略試料採取地点

さな値を示し、同様のせん断破壊の発生が確認された。破壊にいたるまでに加えた応力が非常に小さいことから、この破壊面は試験前から潜在的に存在していたき裂であると考えられる。また、このき裂の存在は圧縮強度や弾性係数を大きく低下させるものの、弾性波速度にはあまり影響が現れていない。

4 X線回折試験

一軸圧縮試験に用いた試料と同じもののうち、3試料についてX線回折試験を実施した。図-2にX線回折によって得られた代表的なチャートを示し、表-2にはチャート判読より得られた粘土鉱物の鉱物種と定性的な量比についての鑑定結果を示す。粘土鉱物としては、緑泥石、スメクタイト、雲母、カオリンを含むが、スメクタイトは全ての試料について「多い」程度に含まれていた。また回折チャートには、スメクタイトの001面の回折ピークが平坦に示されるという特徴が現れた。粘土鉱物は高温高圧のもとで短期間で生成される場合と、低温低圧下で長期間かけて生成される場合が存在し、前者の場合は回折チャート上にシャープなピークとして現れるのに対し、後者は緩やかなピークを作るのが一般的とされている。よって、今回得られた試験結果は、スメクタイトが低温低圧条件のもとで長期間かけて生成されたことを示していると考えられる。変成岩に多く現れる緑泥石がどの試料でも少ないことをあわせて考慮すると、この粘土鉱物の特性は褶曲運動に大きく影響されているものと思われる。

5 考察とまとめ

圧縮試験結果より示された、泥岩中に存在する潜在的なき裂の発生環境について、X線回折試験結果および三浦半島における過去の地殻変動についての文献資料より、次のように考察した。半島の地塊の上昇は、かなり小さい速度であったものの、褶曲運動を伴ったため、泥岩は圧密されながら長期間低温、低圧縮の応力を受け続けた。その結果、泥岩層中にき裂が潜在化しようになったものと考えられる。地質構造と岩盤の物理力学特性との詳細な関係については今後の課題であるが、三浦半島のように複雑な地質構造のサイトでは、この評価手法の重要性が認められた。

今回、軟岩の室内試験結果の評価について、文献調査により地質構造を検討要因に加えて岩盤評価を試みた。今後地下構造物の設計・施工の計画に際しては、褶曲構造などの特殊な地質構造と岩盤の物理力学特性の対応性についても把握する必要があり、そのためには各種調査・試験結果のデータベース化による蓄積が必要であると思われる。

参考文献

- 1) 地質調査所(1968)
三浦半島、油田・ガス田図
- 2) 大森、端山、堀口（代表編）(1986)
日本の地質 3 関東地方、共立出版 88p
- 3) 垣見ほか(1966)
小断層から求めた三浦半島北部の造構的応力場、地質学雑誌、72、469-489

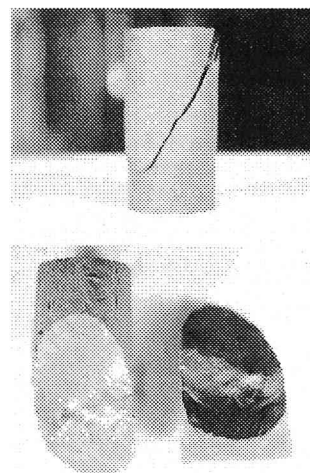


写真-1 試料の破壊状況

表-2 X線回折試験結果（鉱物種と量比）

鉱物種\深度	15m(土丹状)	27.5m(硬質)	38m(硬質)
緑泥石	△	△	△
スメクタイト	◎	◎	◎
雲母	◎	◎	○
カオリン	◎	○	○
石英	○	◎	◎
長石	△	○	○

◎：多い ○：ふつう △：少ない

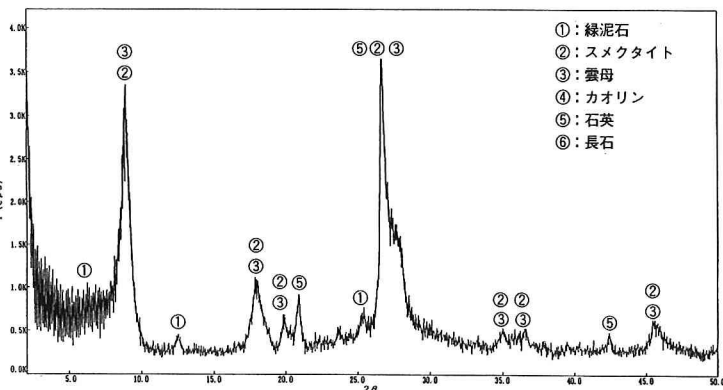


図-2 X線回折結果チャート（GL-38m、加熱処理）