

Ⅲ - A 353

地質構造区分と地盤工学的特性の再評価

(株)大林組技術研究所 桑原 徹 鈴木健一郎
同 上 並木和人 平間 邦興

1 事前地質情報の信頼性向上のために

日本国内では各種岩盤の調査試験データも膨大な量のデータが蓄積されており、岩盤特性の概要は概ね把握されていると考えられる。しかしながら、事業の計画段階において現地地質踏査あるいは極小数のボーリングデータに基づき、よりいっそう的確な情報ないしは判断材料を得ることは、地質的あるいは設計的な観点からも、現在でもまだ課題の残る問題と思われる。

ここでは地質構造区分と地盤工学的区分の関係について、最近の地質学的研究成果も反映させながら再検討・再分類を行い、これらの分類に基づく巨視的な変形特性・透水特性の予測手法について検討した。

2 地質構造区分と地盤工学的特性評価

日本の地質構造区分に基づき、各地質単元（同一の地質構造および岩質特性を有する）を工学的に再評価し、地盤工学的区分として再編成し、その特徴をまとめて表-1に示した。地盤工学的区分としては「結晶質岩」など8つに区分した。区分の基準としては、岩盤の硬軟および均質/不均質、風化変質の有無、亀裂の規則性の有無、等が含まれる。地盤工学的特徴としては、岩石の種類・地質構造・亀裂・強度変形特性・水理水文特性・風化変質・その他について記述した。

これらの地盤工学的区分に対して、均質な岩盤に対しては岩盤データベースから直接地盤物性を評価する。また不連続性の亀裂性岩盤に関してはクラックテンソル F_0 （現地踏査等から算定）およびインタクトロックの物性（岩盤データベースに基づく）から、図-1、2のように「等価に置き換えた亀裂性岩盤の巨視的変形係数および透水係数」に関して評価が可能となる。

3 課題

今回の地盤工学的区分をみると、たとえば付加コンプレックスに関連する岩盤あるいはグリーンタフの断層破碎帯等を伴う互層などでは十分な物性評価がなされておらず、今後のデータの集積および評価手法の確立が望まれる。

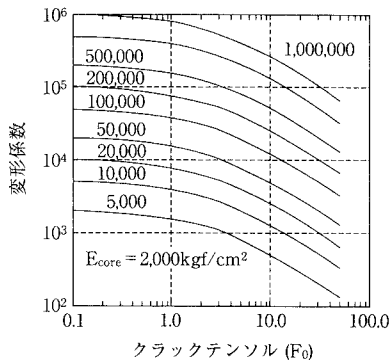


図-1 クラックテンソルと巨視的変形係数

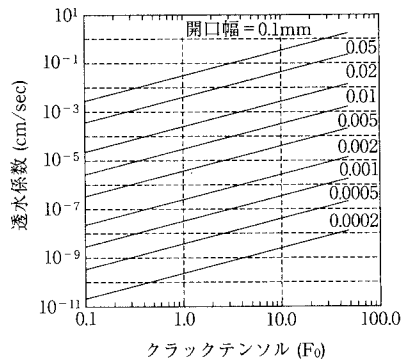


図-2 クラックテンソルと巨視的透水係数

表-1 地盤工学的特徴（続き）

風化軟岩	マサ土	(R)強風化花崗岩起源のマサ土。(S)均質。(F)元来の節理系は不明確。(D)土としての特性大。(H)難透水性。(W)カオリンの粘土鉱床とも関係が深い。
	その他	(R)霞石の変質岩、温泉余土、チャート、結晶片岩、堆積性軟岩の凝灰岩の強風化帯など

キーワード：岩石、地質構造、岩盤、岩盤区分、岩盤物性

〒2040011 東京都清瀬市下清戸4-640、TEL 0424-95-0910、FAX 0424-95-0909

表一 1 地盤工學的特徵

地盤工学的 区分	地質学 の区 分	地盤工学的特徴
結晶質岩	花崗岩	(R)主に白亜紀花崗岩。(S)均質。(F)節理系が単純。(D)新鮮岩盤→風化した風化軟岩、マサ土まで変化が大。(H)強度変形特性と同様に変化が著しいが、新鮮な岩盤では極めて低い透水性。(W)深層風化と共に、地下水面の変動部分での化学的風化が顕著。長期間の熱水条件下で、 γ (メタ)の増加や粘土鉱物の生成と変質が認められる場合がある。
	片麻岩	(R)主に飛騨片麻岩。狭い分布。(S)地質学的には不均質であるが、工学的にはほぼ均質。(F)連続性の少ない亀裂群。(D)高い弾性波速度。(H)極めて低い透水性。
	流紋岩	(R)白亜紀～第三紀の流紋岩・安山岩貫岩岩および熔結凝灰岩。(S)流紋岩質凝灰岩が多く、堆積時・流動時に生ずる流理構造が顕著であるが、工学的にはほぼ等方均質。(W)風化は花崗岩と比較して目立たず、マサ化のような現象はない。
	付加コアラの輝緑凝灰岩	(R)輝緑凝灰岩・変質玄武岩岩・凝灰岩等からなる海底火山の噴出物(熔岩・火山灰)。(S)塊状あるいは一部層状化。岩体の広がり小さい。(F)不規則な亀裂群。(W)変質が顕著で、膨潤性粘土鉱物を含む場合がある。
変質岩	異地性玄武岩	(R)輝緑凝灰岩・変質玄武岩岩・凝灰岩等からなる海底火山の噴出物(熔岩・火山灰)。(S)岩体の広がり上記よりも小。(F)不規則な亀裂群。(W)変質が顕著で、膨潤性粘土鉱物を含む場合がある。
	付加コアラの蛇紋岩	(R)蛇紋岩・はんれい岩・変はんれい岩等。(S)全体として塊状であるが、亀裂面沿いに層面滑りが発達。特殊な例として蛇紋岩れき層。(F)周辺には堆積性付加コアラが分布し、全体的として断層破砕帯。(H)不透水層。(W)地下水との反応により二次的な変質を受けやすく、膨潤性粘土鉱物のメタ化を生じて、変形・膨張・地溝への等の要因になり易い。浸水崩壊度が高いので通常の土木材料としては不適。中性子防護用のボロンコンクリート用骨材として利用される。
	大規模変入りの岩-はんれい岩-蛇紋岩	(R)蛇紋岩・はんれい岩・変はんれい岩等。(S)全体として塊状であるが、亀裂面沿いに層面滑りが発達。周辺には花崗岩が分布。(F)節理系が発達。(D)はんれい岩は風化変質がなければ極めて強固な岩盤。(H)不透水層。(W)はんれい岩は地下水との加水反応により蛇紋岩へと変換し、膨潤性粘土鉱物のメタ化を生じて変形・膨張・地溝への等の要因になり易い。浸水崩壊度が高く風化変質は多い。(O)劣化・浸水性が高いため通常の土木材料としては不適。中性子防護用のボロンコンクリート用骨材として利用。
	グリーンツの火山岩類	(R)安山岩・流紋岩・玄武岩の熔岩・凝灰岩質岩・火山口内岩など。新鮮岩質では比較的硬硬、一方変質した場合は粘土化が進行。(S)塊状・層状。流紋岩質輝緑凝灰岩では生成時の流理構造が顕著であるが、工学的にはほぼ等方均質。(F)顕著な節理系により異方性。(W)流紋岩は変質により軟化し水化を、玄武岩は膨潤性粘土鉱物を生じ易い。崩山の要策付近に顕著。
	第四紀火山岩	(R)安山岩・流紋岩・玄武岩の熔岩・凝灰岩。(S)熔岩層の場合、火山灰層・変質岩質・表土・河川の砂り層などの軟弱層を挟む。したがって支持地盤の判断が困難な場合がある。(F)熔岩層は冷却時の収縮により規則的な柱状・板状の節理群が発達。異方性が顕著。トラップ現象。(H)節理が開閉する場合は高い透水性を示し、地下水にとっては良好な帯水層ともなるが、施工上は突発湧水などで問題となる場合が多い。(W)高熱帯水・硫黄などによる温泉変質(温泉余土)。(O)非結晶質火山岩(すばいなどの輝石安山岩)でのメタ化付加反応。
	開角亀裂性火山岩	(R)安山岩・流紋岩・玄武岩の熔岩・凝灰岩。(S)熔岩層の場合、火山灰層・変質岩質・表土・河川の砂り層などの軟弱層を挟む。したがって支持地盤の判断が困難な場合がある。(F)熔岩層は冷却時の収縮により規則的な柱状・板状の節理群が発達。異方性が顕著。トラップ現象。(H)節理が開閉する場合は高い透水性を示し、地下水にとっては良好な帯水層ともなるが、施工上は突発湧水などで問題となる場合が多い。(W)高熱帯水・硫黄などによる温泉変質(温泉余土)。(O)非結晶質火山岩(すばいなどの輝石安山岩)でのメタ化付加反応。
古期堆積性中硬岩	浅海性の頁岩-粘板岩-砂岩	(R)主に中生代・古生代の頁岩・粘板岩・砂岩。(S)傾斜した層構造(単斜構造)あるいは緩い褶曲構造のために、受け盤・流れ型の判定が必要。(F)亀裂は相対的に少ない。(D)地割と異方性の評価、室内試験と原位位置試験の対応性評価が重要。
	付加コアラの砂泥互層-砂岩頁岩互層	(R)主に中生代・古生代の砂泥互層・砂岩頁岩互層。(S)傾斜した層構造(単斜構造)、緩い褶曲構造、小規模な褶曲構造、互層による顕著な異方性。受け盤・流れ型の判定が必要。(F)地層境界に直交する亀裂群。破砕状況は緩いものが多い。(D)メタ化に伴う硬質であるが、亀裂や異方性のために岩質特性の評価が困難。載荷軸方向と地表面の関係、室内試験と原位位置試験の対応性評価が重要。応力解放により亀裂群が開閉する前は、弾性波速度では良好な岩盤状態を示す。(W)泥岩部分は風化・剥離性が顕著。
	付加コアラの頁岩-粘板岩	(R)主に中生代・古生代の頁岩・粘板岩をメタ化した、砂岩・頁岩・チャート・玄武岩・石灰岩をメタ化した岩塊に含む。(S)地質構造は極めて複雑。多数の断層により傾斜した層構造・褶曲構造が複雑に繰り返す。大小のメタ・岩塊状の岩盤が極めて不均質・雑多に含まれる。チャートは鉄質腐蝕によるさまざまな規模の褶曲を示す。受け盤・流れ型の判定が重要。(F)顕著な亀裂集中帯、堆積面に沿う断面破砕帯、層面滑り、その他の不均質な亀裂群、チャートにおけるメタ化層など。全体として破砕帯性傾向。(D)細々のメタ化層は硬質であるが、極めて不均質で亀裂や異方性が顕著であり、岩盤全体の評価が困難。特に室内試験と原位位置試験の対応性が困難。応力解放により亀裂群が開閉する前は、弾性波速度では良好な岩盤状態を示す。(W)メタ化の剥離性が顕著。
	異地性チャート	(R)中生代・古生代の珪質チャート・泥質チャート。(S)塊状・層状の顕著な褶曲構造。(F)メタ化に伴う多数発達。(D)チャート形成は極めて硬質であるが、亀裂と褶曲帯のため岩盤全体の特性は不明確。(W)地表面付近では地下水の影響を受けて、顕著な風化帯形成する場合もある。
石灰岩	異地性石灰岩	(R)中生代・古生代の石灰岩・泥質石灰岩で、硬質。(S)塊状で、岩体の規模は大〜小までさまざま。鍾乳洞など大小の空洞が存在。(F)顕著な断面破砕帯は少ないが、開口幅の大さい亀裂が単純。(D)均質。再結晶した(変成作用を受けた)大理石(結晶質石灰岩)はよりいっそう均質。(H)良好な帯水層。(W)地下水による化学的風化(溶解)。
	珊瑚礁性石灰岩	(R)硬球石灰岩。第四紀後半の半周孔・多孔質・珊瑚礁性の石灰岩。(S)硬質部分と軟弱部分の互層状水平構造。鍾乳洞など大小の空洞が存在。(F)不明確。(H)良好な帯水層であるが、粘性土のために部分的に透水性が低下する。
堆積性軟岩	結晶片岩	(R)泥質片岩・砂質片岩・緑色片岩など。(S)片理構造と呼ぶ造岩鉱物の規則的な配列組織により、工学的には顕著な異方性と剥離性構造を示す。地溝へ地帯を通通。(F)片理面に直交する節理群が密に発達。(D)片理面の異方性の評価、室内試験と原位位置試験との対応性を要する。(W)風化に対して脆弱、細切片状。緑色片岩では風化により膨潤性の緑泥石を生ずることがある。
	土丹	(R)新第三紀泥岩・泥岩、部分的に薄い砂質泥岩層・砂層・凝灰岩層を挟む。横濱周辺の泥岩を標準的な土丹と呼ぶが、太平洋沿岸の新第三紀泥岩層は土丹と類似。(S)塊状で、明確な堆積面(層面)は不明確。(R)の岩盤は小さく、亀裂は極めて少。堆積面による異方性の可能性もあるが、通常は均質等方として扱う。硬岩(不連続性岩盤)とは対照的に、室内試験により原位位置岩盤を評価可能とされている。(H)通常は不透水層。しかし堆積面の薄い砂層の挟みや節理を対象にして、メタ化層・メタ化層・メタ化層などが議論される。(W)亀裂からの地下水透過による岩盤の化学的風化の進行が議論されるが、長期熱水試験でも劣化変質は少ない。土丹は泥岩の中ではメタ化層の浸水性に対して弱い。(O)泥岩は還元環境下で形成されたため酸化鉄を含んでおり、地下水との反応により硫酸酸性を生ずる。
	グリーンツの泥岩-砂泥互層-凝灰岩	(R)深海性の泥岩・砂泥互層・凝灰岩。グリーンツと呼ばれる顕著な変質作用を受ける。日本海側に広く分布。(S)緩い成層構造・単斜構造・大規模な褶曲構造・局所的な小規模褶曲構造。(F)断層の規模によらず断層と母岩との岩質の差は少ない。亀裂は比較的小。堆積面に直交する連続性の乏しい亀裂が多い。しかし海底下部への乱堆積現象に伴う広域的な破砕帯(小規模断層群)。連続性の良い節理群・粘土化・劣化帯などを伴うが顕著。(D)砂泥互層では異方性の評価と、室内試験と原位位置試験との対応性評価が重要。(H)メタ化に伴うメタ化層・メタ化層・メタ化層がしばしば関連とする。神戸群層などのように、メタ化層を生じやすい、浸水性に対して弱い場合がある。(W)堆積環境の破砕帯を通じて地下水流入により、劣化や粘土化が顕著な場合がある。泥岩は膨潤性粘土鉱物のメタ化を含み、変形・膨張・地溝への等の問題を生じる。変質した凝灰岩にもメタ化が含まれる。(O)日本海側の褶曲地帯でも、他地域より侵食部と劣化帯、超膨潤性粘土など性状が顕著に異なる。泥岩は還元環境下で形成されたため酸化鉄を含んでおり、地下水との反応により硫酸酸性を生ずる。
	付加コアラの砂岩-泥岩-凝灰岩	(R)主に新第三紀泥岩・砂岩・砂泥互層・凝灰岩。グリーンツの一部で南関東の三浦・房総半島に限定される。(S)単斜構造・大規模な褶曲構造・局所的な小規模褶曲構造・逆断層。(F)大規模な逆断層層系を伴うほか、各種の断層系。明確な節理群と小規模断層系。海底地溝湾り時の乱堆積現象も認められるが、これに伴う広域的な破砕帯(小規模断層群・連続性の良い節理群・粘土化および劣化帯)は少ない。(D)砂泥互層では異方性の評価と、室内試験と原位位置試験との対応性評価が重要。(H)メタ化に伴うメタ化層・メタ化層・メタ化層も関係になることがある。(W)泥岩は膨潤性粘土鉱物のメタ化を含み、変形・膨張・地溝への等の問題を生じる。葉山群層は地溝べり層として有名。超膨潤性地山もある。硫酸酸性の可能性。
浅海性の砂岩泥岩-石灰岩	浅海性の砂岩泥岩-石灰岩	(R)泥岩・砂岩・砂泥互層・石灰岩・凝灰岩で、部分的に互層状。非グリーンツ地帯、変質作用は受けていない。炭田地帯が該当。(S)単斜構造・局所的な小規模褶曲構造。石灰岩部に沿う地溝へりが顕著。(F)堆積面に直交する節理群が顕著。小規模断層が主で、広域的な破砕帯は少ない。(D)砂泥互層では異方性が顕著。(O)炭坑航路跡の空洞が、設計施工上しばしば問題となる。

(R)岩石の種類、(S)地質構造、(F)亀裂、(D)強度変形特性、(H)水理水文特性、(W)風化変質、(O)その他