

四国地方におけるローカルな土

Local soil in the Shikoku district

小 田 美 一*

1. まえがき

四国地方におけるローカルな土を述べる場合、その土を生成する岩石と密接な関係があるので、四国地方の地質概要について述べる。図-1に示すように中央構造線は、北にある内帯の領家帶と南にある外帯の三波川帶とを画するものである。更に四国外帯には、東西方向に走る二つの構造線があって、北から南への順序で御荷鉢構造線と仏像構造線とよばれるものがある。これらの構造線によって画された、東西方向の帯状の地質構造が形成され、北から三波川帶または長瀬帶(中央構造線と御荷鉢構造線との間)、秩父帶(御荷鉢構造線と仏像構造線との間)、および四万十帶(仏像構造線以南)と呼ばれる地質帶に分けられる。

この地質帶の岩石の風化生成した土としては、領家帶の

北から南へ領家変成帯と和泉層群よりなるが、領家変成帯は花崗岩が卓越していて、この花崗岩の風化生成したまさ土が広範囲にこの地帯に分布している。また三波川帶の結晶片岩類の風化生成した土、秩父帶の古生層、中生層の岩類の風化生成した土がそれぞれ広範囲に分布している。これらの地帯では地すべり、山崩れが多発し、交通路、電源開発などの工事において問題が多いので、これらの土について四国地方のローカルな土としてとりあげることとする。なお以下に述べる細粒土の三角座標による分類は、土質試験を行った時が、十数年前であったので、昭和39年3月20日土質工学会発行の土質試験法によったものであることを断つておく。

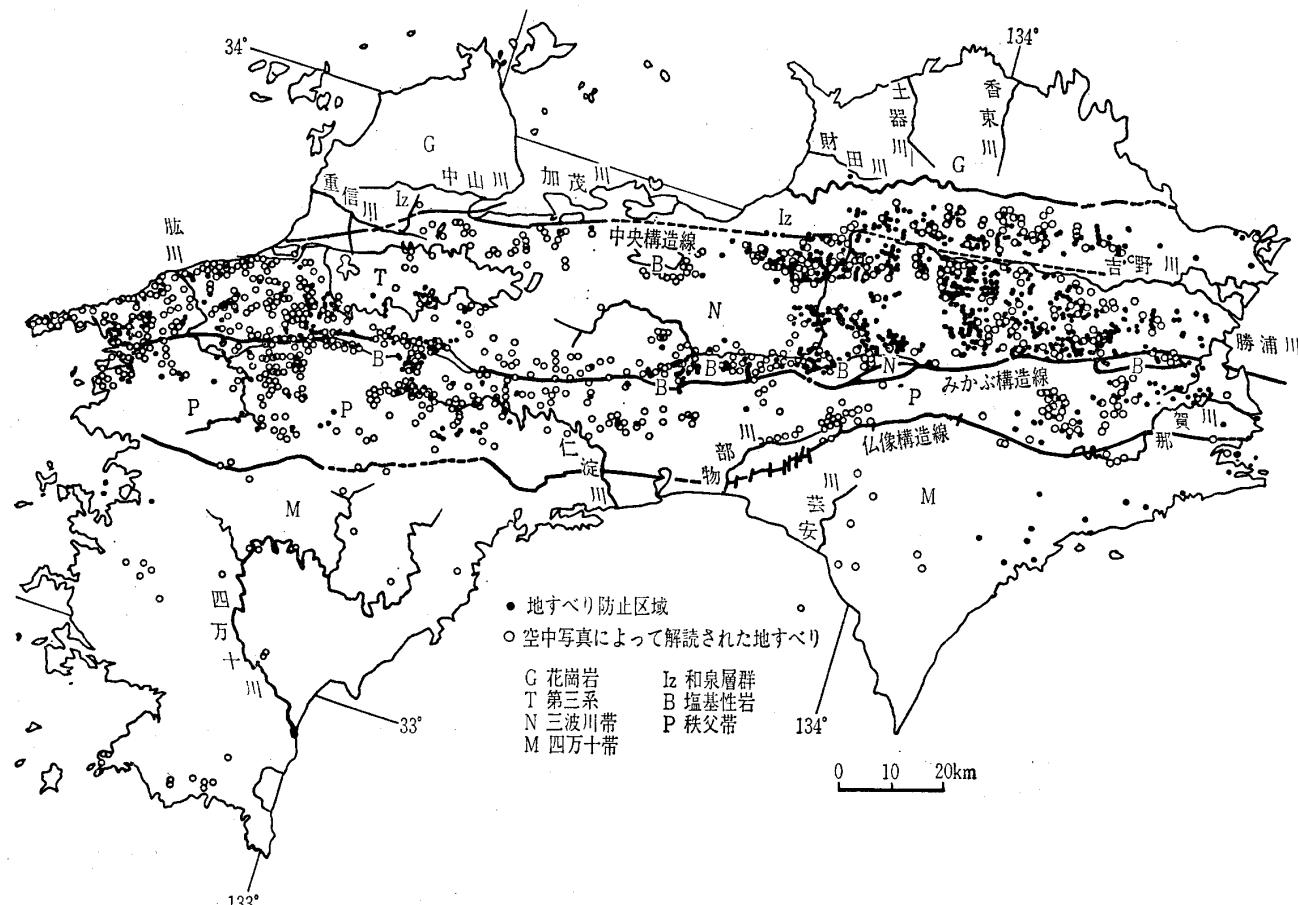


図-1 四国の地すべり分布図（中国四国農政局編, 1971）

*徳島大学教授 工学部建設工学教室

総説(II)

2. まさ土

四国では花崗岩類が讃岐半島と高縄半島の主部を占めて分布し、また瀬戸内周辺に広く分布している。本地域の花崗岩類は領家變成に関与した領家花崗岩であり、斎藤¹⁾の研究によれば、中粒～粗粒の花崗せん綠岩を主とするが、所によりせん雲花崗岩および黒雲母花崗岩も分布している。瀬戸内中軸より北、中国地方にかけて広島型の黒雲母花崗岩が分布している。花崗岩地帯は節理の発達と風化帶構造の著しいことから、一般に山崩れが多いが、高縄半島の一部および小豆島を除いては山地は老年期丘陵となっている。この丘陵特有の厚い風化帶が残存し、特に粗粒な有色鉱物の多い花崗岩ほど風化帶が厚い。このような所では宅地造成、農地開発が進み、造成まさ土斜面などが問題となっている。小豆島では内海町、池田町でみると、昭和49年、51年の集中豪雨によるまさ土の表層崩壊と土石流の災害が多発した。

ローカルな土としてとりあげるまさ土はこの花崗岩類が風化した残積土、またはこれから移動した崩積土であって、大部分は礫質砂質ロームである。まさ土の Casagrande(キヤサグランド) の分類のための塑性図としてみれば、大部分が中塑性の無機質粘土であって、また高塑性の無機質粘土または中圧縮性の無機質シルトである。図-2に液性限界 w_L と自然間隙比 e_0 との関係を示している。

この関係直線の勾配は三波川帯や秩父帯の岩類の風化土の関係直線の勾配より緩くなっている。図-3には全試料土の砂分、礫分合計の含有率と内部摩擦角 ϕ' との関係を示していて、この図のA線の関係をもつものは流动指数 I_f が 14.3 以下、飽和度 S_r が 62% 以上、均等係数 U_c が 21.4 以下の条件をもつまさ土のものであり、それ以外の条件にあうものはB線の関係を示すものと考えられ、いずれの関係直線でも砂分、礫分の合計含有率が大となれば ϕ' は大となっていて、 ϕ' と e_0 との明確な関係があるとは断言にくい。図-4には粘着力 c' と全試料中のシルト分、粘土分合計の含有率との関係を示していて、この関係曲線では、 c' は粘性土の含有率の増大につれて上昇するが、ある点から逆に下降する傾向を示している。横瀬ら²⁾の研究に

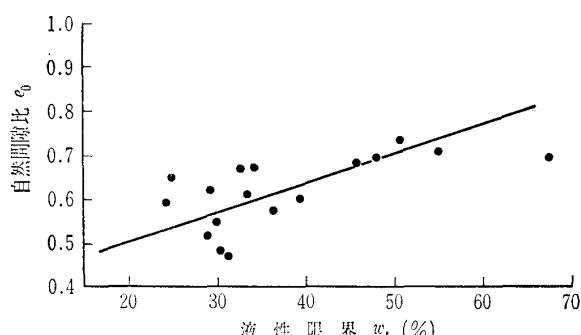


図-2 まさ土の液性限界と自然間隙比の関係

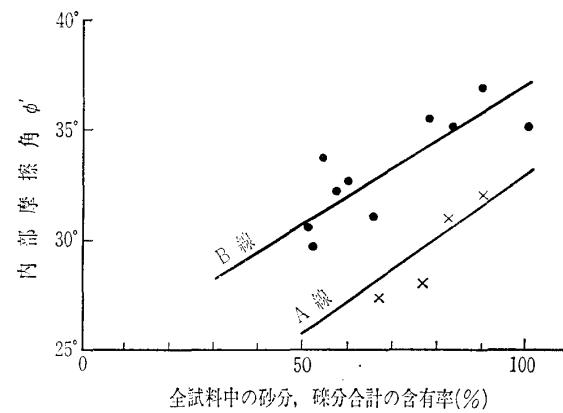


図-3 まさ土の全試料中の砂分、礫分合計の含有率と内部摩擦角との関係

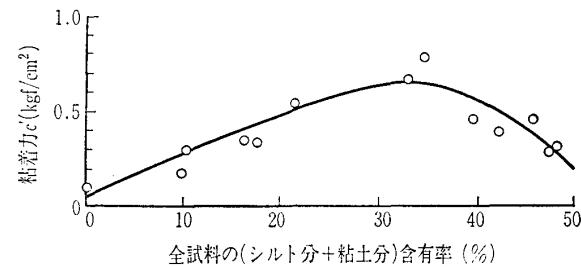


図-4 まさ土の全試料のシルト分と粘土分合計含有率と粘着力との関係

よれば、粘土鉱物が主としてカオリン類であることから、この粘土鉱物と水分と密度の三者が互いに影響してこのような関係を呈するものといわれている。

3. 結晶片岩類の風化土

三波川帯の結晶片岩類は広域变成作用による高圧～低温型の变成岩であり、原岩と化学組成に基づいて、千枚岩状の泥質片岩、片状構造のみられる砂質片岩、塩基性の凝灰岩または火成岩を原岩とする緑色片岩が大部分であり、そのほか石英片岩、礫質片岩、石灰質片岩などがある。またこれらの变成岩は曹長石質斜長石³⁾の斑状結晶を含むか、含まないかによって点紋帶、無点紋帶に分けられる。その分布主体は無点紋帶で、北部に向かって点紋帶が分布している。また三波川帯は主部の比較的構造の単調な無点紋帶の南部に破碎化の激しい三波川南縁帶があり、はく離性が著しい。三波川帯を主部と南縁帶に分かつ清水構造帶があり、泥質片岩の破碎化、はく離の著しいものである。そうして南縁帶と南の秩父帯とを画する境界に御荷鉢構造線がある。

前述の結晶片岩は片理、へき開、節理などの特有の岩石構造をもち、この構造要素は水の浸透、風化作用により岩全体が緩み、特に微しう曲構造をもつ泥質片岩、緑色片岩は緩みやすい。これらの岩の風化生成した残積土、および崩積土は地すべりを発生しやすい。点紋帶では地すべりはクリープ性で、地点数はそう多くない。しかし無点紋帶には泥質片岩が広く分布し、ここでは地すべりが多い。

清水構造帯、南縁帯、更に御荷鉢構造線の破碎帶では、岩石の構造的要素の上に、更に断層破碎化が加わり、いわゆる破碎帶地すべりとなり、大規模で、地すべり地の密度も高くなっている。図-1において三波川帶の地すべり地を黒丸・白丸で示しているが、非常に数多いことが分かる。

ローカルな土としてとりあげる結晶片岩類の風化土は、上述の岩石の風化生成した残積土、あるいは崩積層の土である。この土の Casagrande の分類のための塑性図としてみれば、大部分が中塑性の無機質粘土または中圧縮性の無機質シルトであって、ほとんど無点紋帶に属する。

その次に多いのは低塑性の無機質粘土で、砂質片岩、石英片岩などと泥質片岩の互層、また綠色片岩を挟む地帯のものである。数は少ないが高塑性の無機質粘土、高压縮性の無機質シルトがあるが、これは泥質片岩のもの、南縁帯に属するものである。含有する粘土鉱物としては絹雲母、滑石であり、またモンモリロナイト、イライドがある。図-5に液性限界 w_L と自然間隙比 e_0 との関係を示していく、多少のばらつきはあるが、 w_L の増加に対して e_0 が直線的に増加していく、 w_L は粒子表面の粘着性に支配される指標であって、 w_L を規定する性質が間隙比を決定する重要な因子であることを示している。図-6には間隙比 e_0 と内部摩擦角 ϕ' との関係を示していく、この図のA線は、(a)石英片岩と泥質片岩の互層で、綠色片岩を挟む、(b)砂質片岩と泥質片岩の互層で、綠色片岩を挟む地帯のものである。B線は無点紋帶の綠色片岩と泥質片岩の互層の地帯のものである。C線は点紋帶および無点紋帶の泥質片岩地帯のものである。D線は南縁帯および南縁帯と御荷鉢帯とにかかる地帯のものである。いずれの直線も e_0 が増加すれば ϕ' が直線的に減少している。A線は砂質ロームないしロームの土であり、B線は砂質ロームないし粘土質ロームであり、C線は砂質ロームないしシルト質ロームであり、D線は砂質ローム、シルト質ローム、粘土質ローム、粘土であって、傾向としてはA線よりD線に向かって粘性土含有量が増加している。したがって粘性土含有率が増加すれば ϕ' が減少していく傾向を示している。次に図-7には粘着力 c' と

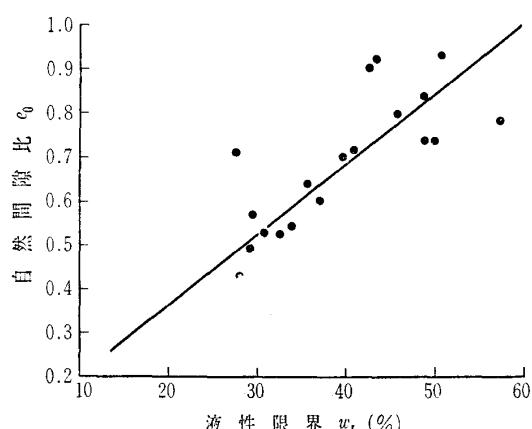


図-5 結晶片岩の風化土の液性限界と自然間隙比の関係

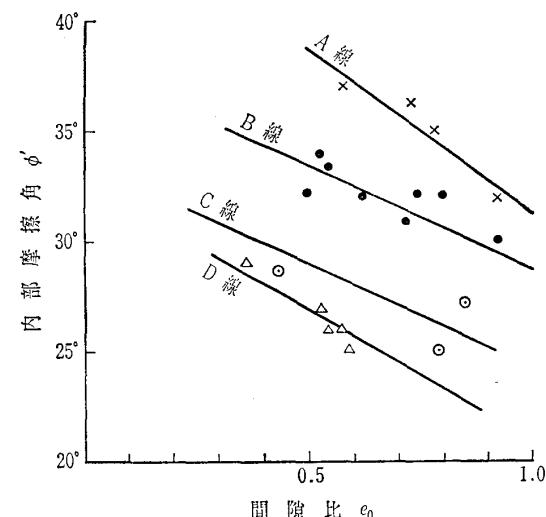


図-6 結晶片岩の風化土の間隙比と内部摩擦角との関係

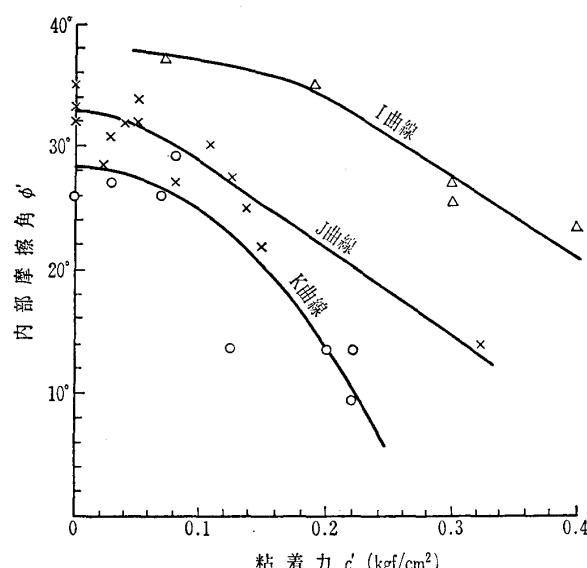


図-7 結晶片岩の風化土の粘着力と内部摩擦角との関係

内部摩擦角 ϕ' との関係を示していく、この図でI曲線は砂質片岩と泥質片岩の互層で綠色片岩を挟む地帯または石英片岩と泥質片岩の互層で綠色片岩を挟む地帯のものである。

J曲線は多少ばらつきがあるが、綠色片岩と泥質片岩または泥質片岩地帯のものである。K曲線は南縁帯または南縁帯と御荷鉢帯とにかかる地帯のものである。いずれも曲線関係があり、 c' が増加すれば ϕ' が減少する傾向がみられる。これをみれば南縁帯、御荷鉢構造線の破碎帯になるに従い、せん断強度が減少していることが分かり、そうして地すべりの規模も大きくなっている。

4. 御荷鉢構造線の綠色岩類および秩父帶岩類の風化土

三波川南縁帯より秩父帶の北縁にかけて、その境に御荷鉢構造線があり、この破碎帯をなす東部と西部に御荷鉢綠色岩類とよばれる塩基性変成岩類が分布していて、三波川

総説(II)

結晶片岩類の変成層より、南の秩父帯に向かい弱変成層、非変成層へと移行するところに位置している。岩類としてははんれい岩質、輝緑岩質、集塊岩質、凝灰岩質および千枚岩質の緑色岩である。蛇紋岩化した所もみられ、全体として断層運動により破碎され、破碎部の風化が進んだ所に地すべりが多い。またトンネル土圧の大きい場合があり、難工事となる。

秩父帯は東西にのびる主要な断層線により北帶、中帶および南帶に分帶される。そして北帶と中帶との境に、大樽～杉田構造線とよばれる断層帶に沿ってレンズ状に黒瀬川構造帯⁴⁾がある。秩父帯は主として古生層からなるが、中生層は主として北帶南縁より中帶ないし南帶にかけて構造盆地状を呈して、ところどころ古生層の間に分布している。そして黒瀬川構造帯から中帶にかけて破碎帯が形成されていて地すべり地が多く分布している。

秩父帯岩類としては北帶北半部は主として泥岩、砂岩であって、チャート、輝緑凝灰岩を挟み、北帶南半部より中帶にかけて砂岩、泥岩、輝緑凝灰岩、石灰岩で、中帶では更にチャートを含む。南帶では砂岩、泥岩を主としてチャート、輝緑凝灰岩となっている。中帶において東西性の数多い断層に沿って貫入した蛇紋岩の分布したところでは破碎帯を形成していて、風化が著しく、三波川帯に比べて粘土化が激しく、地すべり、山崩れが多い。地すべり地の分布は図-1に示すように、四国では三波川帯について地すべりの多い地帯である。

三波川帯南縁、秩父帯北縁は変成作用を受けているので、この間にある御荷鉢構造帯岩類の風化土と秩父帯岩類の風化土と一緒にしてローカルな土として述べることとする。この土の Casagrande の分類のための塑性図としてみれば、秩父帯蛇紋岩の風化土、御荷鉢帶緑色岩類の風化土は大部分が中塑性の無機質粘土であり、砂質ローム、ローム、砂質粘土ローム、粘土質ロームである。

そして秩父帯の泥岩、砂岩を主として輝緑凝灰岩、チャートを含む岩類の風化土は、大部分が低塑性の無機質粘

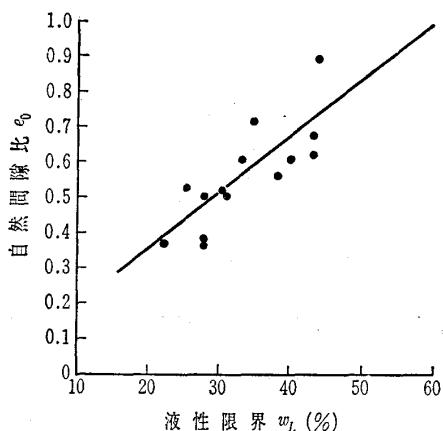


図-8 秩父帯、御荷鉢帯、三波川南縁帶の岩類の風化土の液性限界と自然間隙比との関係

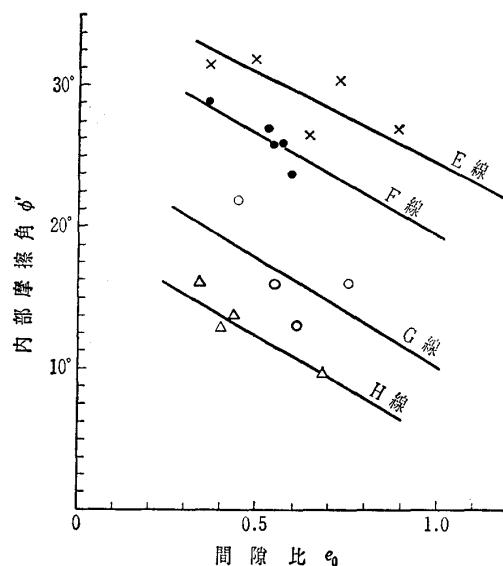


図-9 秩父帯、御荷鉢帯、三波川南縁帶の岩類の風化土の間隙比と内部摩擦角との関係

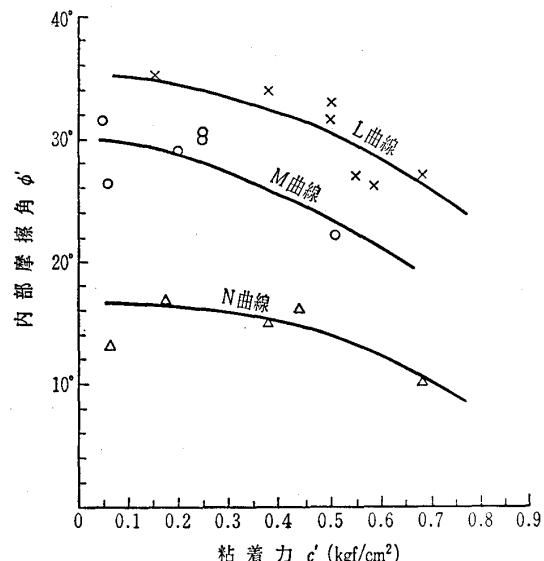


図-10 秩父帯、御荷鉢帯、三波川南縁帶の岩類の風化土の粘着力と内部摩擦角との関係

土であり、砂質ローム、砂質粘土ロームである。ほかに数は少ないが低圧縮または中圧縮性の無機質シルトとなっている。ここで注目したいのは徳島県上那賀町東尾字時行に広く分布した蛇紋岩地帯の風化土であって、 $w_L=116\%$ 、 $I_p=74\%$ で、塑性図のA線近くにプロットされる超高塑性的土で、粘土鉱物はアタバアルヂヤイトが多く、地すべりはクリープ性であり、浸透水はアルカリ性である。図-8には液性限界 w_L と自然間隙比 e_0 との関係を示し、その関係直線は三波川帯の結晶片岩類の風化土と類似したものである。図-9には間隙比 e_0 と内部摩擦角 ϕ' との関係を示していく、この図のE線はチャート、泥岩、砂岩の秩父帯あるいは石英片岩、泥質片岩の三波川南縁帶あるいは御荷鉢帯と三波川南縁帶にかかる地帯のものである。F線は緑色片岩、泥質片岩の三波川南縁帶あるいは御荷鉢帯と三波川南縁帶にかかる地帯のものである。G線は蛇紋

岩、輝緑凝灰岩、泥岩の秩父帯のもの、H線は蛇紋岩の御荷鉢帯のものである。

いずれも e_0 が大となると直線的に ϕ' が減少する傾向がみられ、E線よりH線に向かい ϕ' が減少していく、秩父帯で蛇紋岩を含むもの、御荷鉢帶で蛇紋岩を含むものは ϕ' が小となっていることが分かる。図-10は粘着力 c' と内部摩擦角 ϕ' との関係を示している。秩父帯についていえば、L曲線はチャート、砂岩、泥岩互層のもの、M曲線は泥岩、砂岩互層のもの、N曲線は蛇紋岩、輝緑凝灰岩のもの、および御荷鉢帶の蛇紋岩を含むものである。いずれの曲線も c' の増大に伴い ϕ' は減少しているが、三波川帯の結晶片岩類の場合程の減少状態ではないことが分かる。また蛇紋岩、輝緑凝灰岩の風化土はせん断強度が小となる傾向がある。

5. あとがき

四国地方のローカルな土は、物理的性質と力学的性質と

の間の関係は三波川帯の結晶片岩類の風化土と秩父帯岩類の風化土とは相似の相関性がみられるが、領家帯の花崗岩類の風化土であるまさ土は前者と異なった相関性をもつ特性がある。なおこのほかに音地火山灰として黒音地、赤音地というものがあるが、その分布量は少なく、工学的に問題となっていないので、説明は省略した。四国地方全体としてのローカルな土について著者だけでは全部を尽くせないものであるが、今まで集積して得られた資料をもとにして報告した次第であり、今後の調査研究にまつべき事項の多々あることを感ずるものである。

参考文献

- 1) 斎藤 実: 四国地方の地質と地すべり、山くずれおよび地殻変動について、土質工学会四国支部創立20周年記念出版、20年の歩み、p. 29, 1980.
- 2) 横瀬広司・斎藤 実・森下一男: マサ土の工学的性質に関する調査報告、中四国農政局計画部資源課発行、特殊地質斜面防災基礎調査、讃岐花崗岩丘陵地区調査報告Ⅱ、p. 17, 1981.
- 3) 前出1)の p. 23.
- 4) 前出1)の p. 29. (原稿受理 1982.9.17)

土質調査用データーシートの改訂および販売についてのお知らせ

(社)土質工学会

(測定値野帳)、杭打ち記録、杭打ち止め記録の3種類は廃止した。

- (4) 従来の土質調査用データーシートに比較して、全体的に線を細くし、また活字も一段小さくして見やすいように改良した。
- (5) 新しいデーターシートには「土質調査法」の目次の順に、新たに4けたのデーターシート番号を付した。
- (6) 改訂したデーターシートはとりあえずトレーシングペーパーのみ印刷し、上質紙の印刷は、しばらく見合わせることにした。そして、データーシートの内容に応じて、報告書などに添付して報告すべきものを「報告用紙」、それ以外を「記録用紙」とした。

以上のように、改訂された土質調査用データーシートは形式、単位などが既に改訂された土質試験用のものと同じスタイルに統一されることになります。

改訂したデーターシートは「土質調査法—第2回改訂版一」の発刊と同時に販売を開始しました。ただし、利用者の便を考慮して現行の調査用データーシートも当分の間並行して販売しますので、この期間はご希望によって新、旧どちらのデーターシートでも購入できます。なお、土質試験用データーシートは従来どおり販売致します。

土質工学会販売のデーターシートの一覧表を次頁に示します。ご注文の際はシート番号(データーシートの左下に印刷された番号)で直接当学会にお申し込みください。

なお、データーシートに関するご意見、ご要望などがございましたら、遠慮なく学会までお寄せいただければ幸いと存じます。

- (1) 調査法関係の基準の改訂に伴うもの。
- (2) SI単位への移行を考慮した導入方策に従い、質量と重量などの単位記号と量記号を区別して用いた。
- (3) 地盤の平板載荷試験のデーターシートを新たに2種類作成し、従来の杭載荷試験(荷重-沈下・変位量・時間曲線)は鉛直載荷と水平載荷兼用であったが、これを別々にした。一方、利用度の少ない杭載荷試験