

風化花崗岩の粒子破碎特性

広島大学 正会員 佐々木 康
広島大学 正会員 M.M.Galer
広島大学 学生員 ○福留 敏郎

1. 序論

近年、社会・経済活動の広域化により、風化残積土地盤上での規模の大きい構造物の建設機会が増大しているため、原位置における風化残積土地盤の地盤工学的性質に関する情報の理解と蓄積がより必要となっている。そこで、本研究では不攪乱試料の採取現場において弾性波探査などの現地調査を行い、原位置のマサ土地盤の速度構造や風化度を把握することを目的とした。また、マサ土において粒子破碎は圧縮性やせん断強さなどの力学特性に大きな影響を及ぼすことが知られており、粒子破碎特性を調べることは有用だと考えられる。そこで、マサ土を構成している石英、長石を用いて粒子破碎試験を行い、粒子の破碎特性を把握するとともに、風化度の違いによる破碎特性の違いについて検討することとした。

2. 試料採取現場

山口県宇部市の山陽自動車道宇部下関線の建設予定地から試料を採取した。現地平面図を図-1に示す。採取現場で弾性波探査、平板载荷試験、切土のり面の硬度試験を実施した。各試験位置は風化度の異なると考えられるゾーンⅠ、ゾーンⅡの2地点に配置した。弾性波探査により得られた各測線における弾性波速度構造を図-2に示す。2-2測線では南側に行くにつれて層厚が大きくなる傾向が見られ、3-3測線、4-4測線では共に西側の部分で層厚が大きくなる傾向が見られる。つまり、これらの位置で弾性波速度が小さくなっている。また、掘削前に土かぶり厚さの大きかった2-2測線の北側の部分、3-3測線、4-4測線の東側の部分では掘削による応力解放の影響から弾性波速度が低下することも考慮する必要がある。よって、2-2測線の南側及び3-3測線、4-4測線の西側の部分（ゾーンⅠ）で風化がより進んでいると考えられる。そして、得られた弾性波速度 V_p 、 V_s を本州四国道路公団の岩盤区分表と照らし合わせてみると、今回の原位置のマサ土は $D_4 \sim D_L$ 級であると判断される。また、平板载荷試験、切土のり面の硬度試験の結果から、ゾーンⅠで圧縮強度、硬度の低下が見られ、ゾーンⅠで風化がより進んでいると考えられる。

3. 粒子破碎試験

室内試験として、ゾーンⅠ、ゾーンⅡから採取した試料を用いて、粒度試験、密度試験、強熱減量

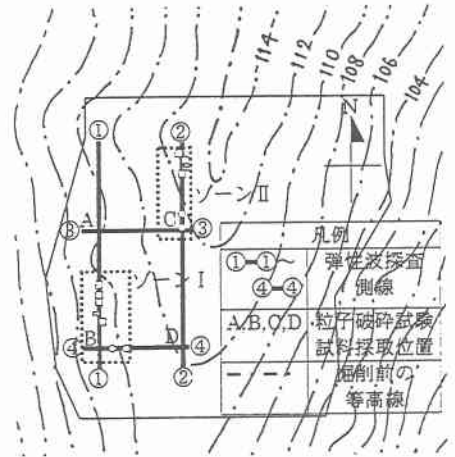


図-1 現地調査平面図

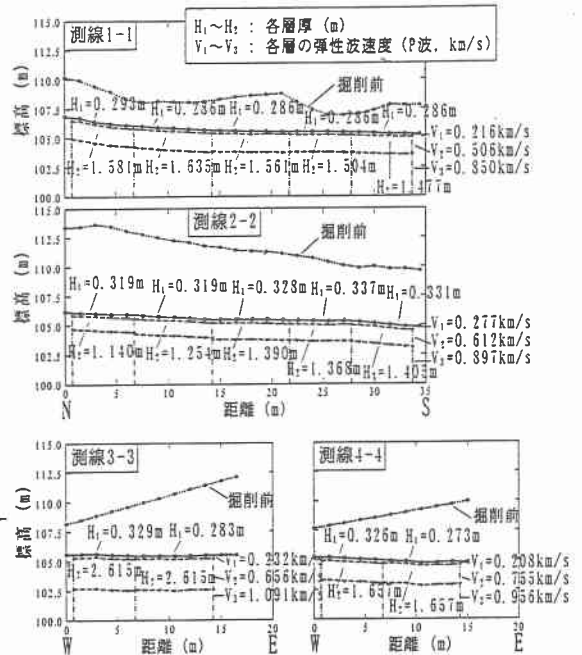


図-2 弾性波速度構造（P波）

試験、粒子破碎試験を行った。

粒子破碎試験は、ゾーンⅠ付近の A, B 地点、ゾーンⅡ付近の C, D 地点から採取した試料を用いて行った。図-3 に粒子破碎試験の様子を示す。また、図-4 に試験により得られた石英、長石の荷重-ひずみ関係の一例を示す。多くの試験において石英の荷重-ひずみ曲線の傾きは長石のそれと比べて 2 倍程度大きくなっている。

粒子が破碎しない確率-荷重関係を図-5 に示す。まず、石英と長石を比べてみると、石英の方が長石より破碎荷重がかなり大きいことが分かる。次に、A, B, C, D 各地点での、粒子が破碎しない確率-荷重関係を比較してみる。石英についてみると、100N の載荷で C 地点、D 地点（ゾーンⅡ）では 70～80% が破碎しておらず、300N の載荷でも C 地点、D 地点共に 20% は破碎していない。これに対し、A 地点、B 地点（ゾーンⅠ）では 100N の載荷ですでに 60～70% が破碎しており、300N の載荷では B 地点で 90% 以上が、A 地点ではすべての粒子が破碎している。長石についても、石英ほど大きな差はないが同じように C 地点、D 地点（ゾーンⅡ）の粒子に対し、A 地点、B 地点（ゾーンⅠ）の粒子がより低い荷重で多く破碎していることが分かる。よって、A 地点、B 地点の属する現場西側部分（ゾーンⅠ）で風化がより進んでおり、そのため破碎荷重が小さいと考えられる。そして、その差は同一現場内で、しかも約 20m という近距離にある 2 つのゾーンからの試料における結果ということを考慮すると大きな差といえる。

4. 結論

- 1) 調査地の地盤は風化のかなり進んだ $D_1 \sim D_4$ 級の地盤であり、土粒子密度 ρ_s は $19.0 \sim 21.0 \text{ kN/m}^3$ 、地盤反力係数 k_{vs} は $5000 \sim 10000 \text{ kN/m}^2$ 程度、強熱減量 L_i は $4.6 \sim 5.6\%$ である。
- 2) 現地の南西側の地盤（ゾーンⅠ）が、北東側の地盤（ゾーンⅡ）に対し風化が進んでおり、掘削前の土かぶり厚さが小さい部分で風化がより進む。
- 3) 原位置の石英粒子は $50 \sim 150 \text{ N}$ 程度で多くが破碎し、長石粒子は $10 \sim 50 \text{ N}$ 程度で多くが破碎する。
- 4) 粒子破碎特性は花崗岩地盤の風化の進行程度を反映する。そして、同一現場内の 20 m 程度という近距離にある 2 地点でも風化度の違いにより破碎強度に小さいとは言いがたい差が生じる。このため、構造物建設において風化残積土地盤を考える場合、掘削前の土かぶり厚さの違いによる地盤の風化度、強度の違いに注目すべきである。

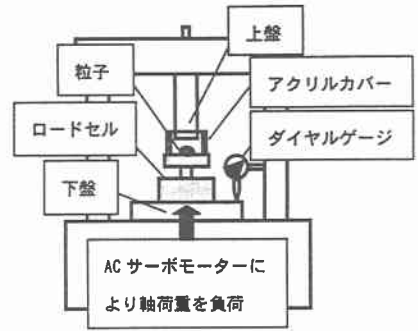


図-3 粒子破碎試験の様子

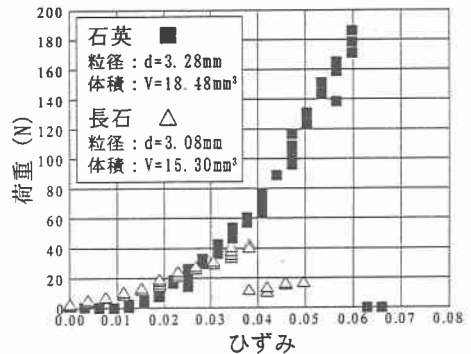
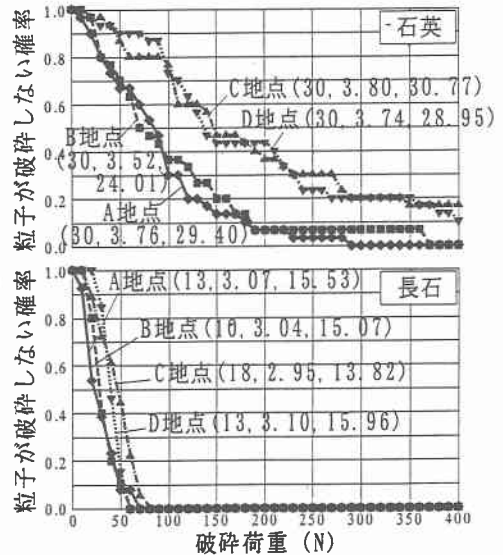


図-4 荷重-ひずみ関係の一例



カッコ内は（母数, 平均粒径(mm), 平均体積(mm³）

図-5 粒子が破碎しない確率-荷重関係