

III-B 377 広島型黒雲母花崗岩上の載荷試験と粒子破碎の観察

清水建設（株）	正会員	瀬戸 一法
基礎地盤コンサルタンツ（株）	正会員	服部 隆行
日本舗道（株）	正会員	坂口 賢明
東京工業大学	正会員	日下部 治

1. はじめに

地盤基礎工学の解明へのアプローチとして支持力特性の解明が挙げられるが、風化花崗岩の極限支持力および支持機構は不明な点が多く¹⁾、支持力算定は連続体力学を用いた支持力公式または載荷試験結果によるのが現状である。本論文では、風化花崗岩を対象として平板載荷試験を行い、支持力特性を検討した。また試験後の断面観察、および断面より採取した不攪乱試料の顕微鏡観察から粒子の破碎現象を観察した。

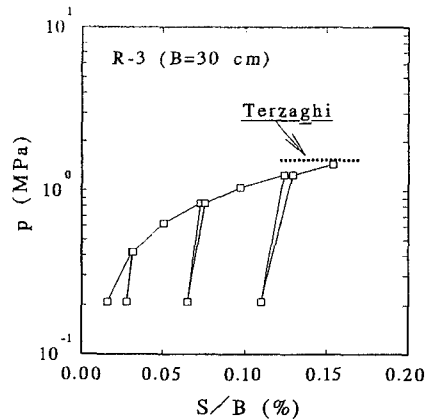
2. 載荷試験の地盤状況と試験概要

地盤状況：試験実施対象は、筆者らが一連の原位置試験²⁾、要素試験³⁾を行ってきた中粒黒雲母花崗岩（広島型）である。当花崗岩は主に石英、正長石、斜長石、黒雲母の4種類の鉱物からなり、やや斑状組織を呈している。このうち斜長石と黒雲母が化学的に変質しており、地質時代の除荷作用と推定される微細な割れ目（シーティングジョイント）が地形とほぼ平行に発達している。

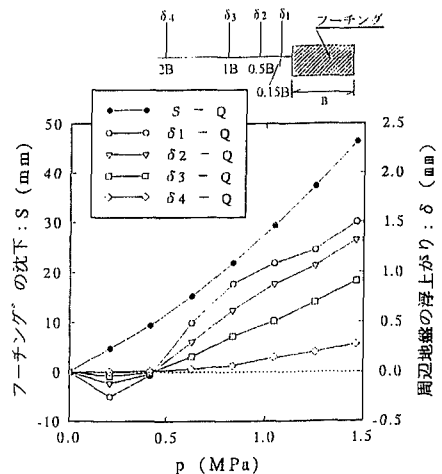
載荷試験方法：載荷試験は、地盤工学会基準（JGS 1521-1995）に準じ、荷重制御方式で行った。載荷板は直径（B）30 cm、厚さ2.5 cmの円形フーチング、反力は98 kN程度の重機、載荷は最大容量196 kNの油圧ジャッキを使用した。フーチングは十分剛なものとし、底面と接触地盤との安定のためにセメントペーストを薄く敷きならして設置した。載荷荷重は室内非排水三軸試験により得た $c' \cdot \phi'$ （拘束圧レベル：49～196 kPa、 $c'=31$ kPa、 $\phi'=30.5^\circ$ ）より、全般せん断破壊を対象としたTerzaghiの支持力公式から極限支持力（ Q_f ）を算出した。載荷段階は Q_f を8分割した段階載荷とし、載荷は2段階の載荷毎に $Q_f/8$ に当たる荷重まで除荷する繰り返し載荷とした。荷重保持時間は、載荷段階で30分、除荷段階で5分とした。載荷中は荷重計、フーチングの沈下量およびフーチング周辺の地表面の変位を計測した。試験後は、載荷地盤を掘削し、フーチング直下の粒子破碎状況の把握を目的にフーチング直下と試験影響外から不攪乱試料を採取し、光学顕微鏡により粒子を観察した。

3. 試験結果

荷重－沈下関係：図－1に示す荷重－沈下比関係（ S/B - $\log P$ ）は、 $p=0.5$ MPa程度までは急激な立上りを示すが、その後は徐々に低下し直線的な関係を示した。この沈下比の範囲では、荷重－沈下比関係には明確なピークは見られなかった。



図－1 荷重－沈下関係



図－2 周辺地盤の変形性状

周辺部および地盤内の

変形状：図-2に各荷重に対する周辺地盤の変形状およびフーチングの沈下関係を示す。 $p=0.42\text{ MPa}$ の荷重レベルまでは、載荷直下の沈下に伴い周辺地盤も沈下する傾向にあるが、その後周辺地盤は隆起に転じた。最終載荷時の最大変形量と直径の比は、 $0.032\sim 0.083$ となり、周辺地盤の変形は載荷直下と比較して微少であることが分かる。図-3に掘削面の観察記録図を示す。掘削面ではシーティングジョイントを参考に載荷による圧縮ゾーンの範囲を観察し、曲線で示した。圧縮ゾ

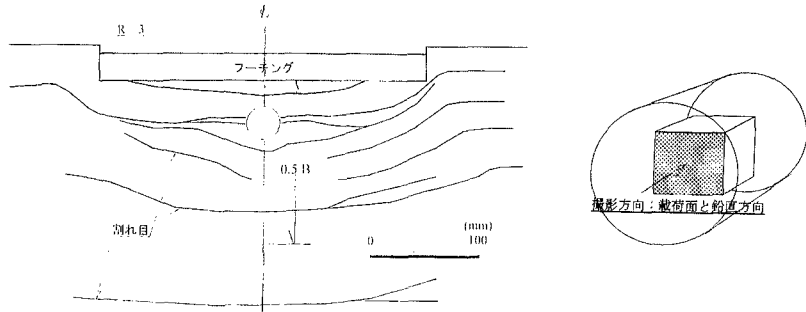


図-3 フーチング直下・周辺の割れ目の観察および試料採取方法

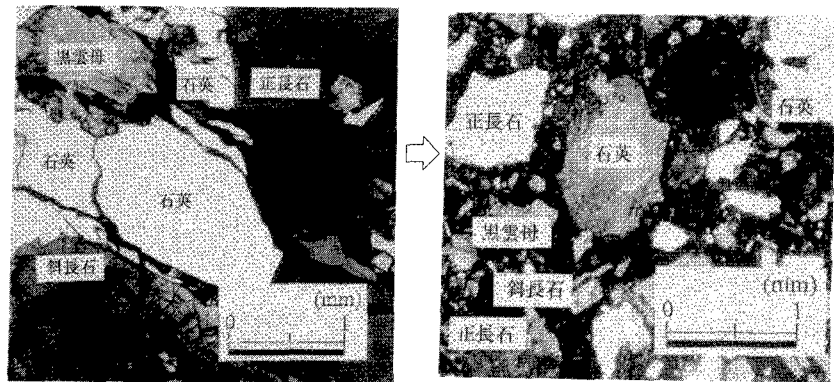


写真-1 試験影響外

写真-2 フーチング直下

ーンは、フーチング直下から $0.5B$ の範囲に集中し、深度が深くなるにつれその影響は小さくなり、明確なせん断面は観察されず、局所せん断破壊形態を示していた。

粒子破碎の観察：不攪乱試料採取位置と顕微鏡写真撮影方向の関係を図-3に示す。今回はせん断の影響がない場所（写真-1）とフーチング直下（図-3の丸印：写真-2）において試料を採取し観察を行った。

写真-1では、石英・正長石中はシーティングジョイントが地表面と平行に発達し、斜長石は粘土化が進行し骨格構造は外周部で維持され、“骨粗鬆症”の様な形態²⁾を呈することが分かる。一方、写真-2では、写真-1と比較して粒子径が小さく、破碎の進行が分かる。鉱物別の破碎状況は、石英・正長石は元々存在していた割れ目や潜在的に存在する割れ目で粒子破碎が進行し、粒子が移動している。一方、斜長石・黒雲母は破碎状況が顕著であり、粒子が広く分散している。これは斜長石の骨格構造形態が前述のように脆弱であり、破碎程度が大きく、より小さな粒子となり移動したものと推測される。

4. まとめ

- 1) 風化花崗岩の支持力特性は、荷重-沈下比関係は明確なピークが見らず、周辺地盤の変形は微少で、支持力の発揮には大きな沈下に伴い、圧縮ゾーンはフーチング直下から $0.5B$ の範囲に集中し、局所せん断破壊形態を示している。
- 2) 顕微鏡観察結果により、フーチング直下は粒子破碎が進行が確認され、また、鉱物毎の粒子破碎要因は、石英・正長石は潜在クラックに、斜長石は変質程度よることが観察された。

参考文献 1)西田一彦：風化残積土の工学的性質，鹿島出版会，p.192，1986 2)服部隆行，北川隆二，瀬戸一法，低引洋隆，日下部治：広島型黒雲母花崗岩での一原位置試験，土木学会論文集，（投稿中） 3)服部隆行，瀬戸一法，坂口賢明，日下部治：広島型黒雲母花崗岩の力学試験，土木学会論文集，（投稿中）