



## 論文賞を受賞して

よし なか りゅう の しん  
吉 中 龍之進\*

### 1. はじめに

このたびは、はからずも「風化花崗岩の工学的性質の解明と応用に関する一連の研究」に対して土質工学会論文賞をいただきましたことは望外の喜びであり身に余る光栄と存じております。また一方、より一層の責任の重たさを痛感いたしますと同時に、今後とも少しでも土質・基礎工学の発展に寄与すべく努力する所存でありますので、学会の皆様方のご指導を賜りますようお願い申し上げます。

### 2. 研究の動機と経緯

地質学を学んだ筆者が土質・基礎工学の分野で仕事を始めたのは大学を卒業と同時に建設省九州地方建設局に採用された時から始まる。在学中、当時建設省土木研究所におられた小野寺透先生（前埼玉大学教授）に建設事業と地質に関する講義を受けて非常に興味をいただいていたので当然の進路であった。

最初から有明海の軟弱地盤や湾口を締切る構想の大締切堤の問題、あるいはダム基礎岩盤の問題に取り組むチャンスが与えられたが、この分野の知識をほとんど持たない筆者には、それこそ暗中模索に等しく、当時の土質力学や岩の力学関係の書物を読んだ。しかし当時の教科書に説明される土や岩の多くは材料科学の延長線上にあるようで地質学のセンスで理解していた土や岩石と大きく異なっていた。そのためか十分な理解が（今までそうであるが）得られなかった。

かくするうちにアルツァーギ・ペック（Terzaghi, K. and R. Peck）の教科書<sup>1)</sup>に接するうちにこの大きなギャップは解消し地盤に対する目が開かれた思いがした。

また、多くの方にとっては土と岩は異質の対象物であると思われがちであるが、筆者には両者を同じレベルで考えることに何の抵抗もなかった。これは地質学的な考え方を背景にすることができたお陰と思っている。

すなわち、土は岩石が風化・侵食・運搬を受けてそれぞれの地質環境と条件のもとに堆積したものであって、圧密・固結などの続成作用が進むとその地域の地質履歴に支配された土丹・軟岩が形成され、更に応力の影響を受けて亀裂や断層をもつ岩盤が形成されるといったたぐいで、そこには土から岩までが切れ目なく連続した自然界の存在であ

るという認識である。

このような考え方は人工材料でない地盤材料を取り扱ううえでの大切な考え方の一つであることはテルツァーギの研究足跡<sup>2)</sup>からも教えられるところであり、また先年の国際土質基礎会議（東京会議）の際に語られたペック教授やスケンプトン教授の談話<sup>3)</sup>からも明瞭に知ることができる。

今後ますます精緻な実験と理論が展開されていくであろうがその中であっても、地質的な見方を通して地盤現象を知り理解する努力も不可欠ではなからうかといささか我田引水的ではあるが、これら大先達の弁を通して筆者の考えてきた道筋も大きくは間違っていなかったと確信している。

このような考え方に支えられて、過去の約20年間を一貫して自然状態にある土質地盤や従来あまり研究対象にならなかった土と岩の中間領域にある地盤を研究対象として今日に至っている。中でも、建設省土木研究所において本四連絡橋の基礎地盤の調査に従事した昭和39～42年ごろにかけては吉田巖博士（現本四公団）の指導を得て、当時はほとんど未知の分野であった洪積層、第三紀層、風化花崗岩などの各地盤の工学的性質の解明<sup>4)</sup>に従事でき、極めて多くのことを学ぶことができたのは幸であった。

### 3. 研究の内容

本研究は、岩から土までの連続した風化生成物を作りやすい花崗岩を取り上げ、新鮮な岩石からまさ土に風化してゆく過程で強度・変形性およびその他の物理的性質がどのように変化するか、また風化の各段階における地盤の調査・試験および分類のあり方、更に以上の結果の評価を基礎への応用を目的とした一連の研究である。

このような目的を達成するために採用した手法とその成果の概要はおよそ次のようである。

(1) 各風化段階にある試料の物理試験・化学分析の結果から、花崗岩の風化特性を知った。すなわち、風化の初期に生じる微細亀裂の増大、ついで生じる化学風化、このパターンが風化の全過程における力学的性質を支配すること<sup>7)~9)</sup>。

(2) 各風化段階における乱さない試料を用いた三軸圧縮試験を広範な拘束圧力（最大 400 kg/cm<sup>2</sup>）下で行った。

ここではまさ状風化の試料のサンプリングには特別の配慮を要した。以上の結果、風化の全段階（間隙率で 0.2～50%程度の範囲）における供試体の応力—ひずみ関係、強

\*工博 埼玉大学教授 工学部建設基礎工学科

## 論文賞

度条件を明らかにすることができた<sup>5),7),15),16)</sup>。これらは拘束圧力、およびひずみに著しい非線型の依存性を示した。

また平均主応力に対して得た強度条件は他の軟岩や硬岩にも共通する関係式を見出す基礎資料<sup>19)</sup>となった。

(3) 岩盤の構造要素である分離面のせん断特性を(2)と同様の試料と広範な垂直応力(0.2~200 kg/cm<sup>2</sup>)のもとで、一面せん断試験法で調べた。分離面には種々の粗さをもつ人工分離面を中心に採用した。これにより分離面の非線型な強度条件を求めることができた<sup>12)~14)</sup>。

(4) 現地岩盤の分離面の表面形状とその分布を調べた<sup>12)</sup>。

(5) 以上に求めた岩盤各要素の現地岩盤問題への適用を図るため、原位置で実施されたせん断、変形および支持力の各試験結果との関係をFEMを混じえたいくつかの手法で検討した<sup>7),10),17)</sup>。

(6) しかし現地岩盤の挙動を知ることは容易でないので、ローゼングレンとジェーガー(Rosengren, Jeager)<sup>20)</sup>が完晶質の岩石である大理石の結晶組織を加熱によってゆるめた手法にヒントを得て、新鮮な花崗岩を加熱して、均質な亀裂性材料を求めることを考えた。すなわち、一軸圧縮強度が2000 kg/cm<sup>2</sup>に近い成形ずみの岩石供試体を加熱・冷却して結晶間組織をゆるめることに成功した。加熱操作の与え方によって、種々に亀裂の内在する供試体を作ることができた。これをモデル岩盤として三軸圧縮試験を実施<sup>11)</sup>し、亀裂性岩盤、風化花崗岩についてのいろいろな知見を得ることができた。

以上のように上記の一連研究は、岩盤を岩石素材と亀裂系よりなる構造要素の集合とみなし、両者の関係を原位置試験を通して検討し、実際岩盤への適用を意図したこと、およびまさ状から新鮮な岩石にかけての一連の試験によって土から硬岩までの強度条件、応力-ひずみの関係の推移を知ることであった。

## 4. おわりに

本研究で取り上げたいずれのテーマも、現象の追求やその本質の理解がまだまだ不十分であることは筆者自身が最もよく知っている。ここに得たいくつかの成果は今後の研究のためのステップであると考えている。

今回の受賞は常日頃から暖いご指導とご支援をいただいた学会諸兄のお陰であることはいままでもない。またこの道に入って以来ご指導いただいている小野寺透博士(前埼玉大学教授)、土と岩の境界領域の重要性について種々適切なご助言を賜った星埜和教授(中央大学)、また風化花崗岩の研究の場を与えられた本州四国連絡橋公団の吉田巖、

高橋幸蔵両博士を初めとする関係各位、および困難な条件のもとでの研究に多大の協力をいただいた埼玉大学工学部岩盤研究室の各位に厚くお礼申上げる。

## 参考文献

- 1) テルツァーギ・ペック:土質力学(小野, 星埜, 加藤, 三木訳), 丸善, 1957年版.
- 2) 土と基礎(1964):テルツァーギ教授の主要論文, 12-3, p. 37-40.
- 3) 森研二(1978): Peck先生と語る, 土と基礎, 26-3, p. 68-72. 森研二(1978): Skempton先生と語る, 土と基礎, 26-3, p. 73-76.
- 4) 吉田巖・吉中龍之進(1966): 明石層および神戸層の工学的性質, 土木研究所報告, No.129, p.1~53.
- 5) Yoshinaka, R. and Onodera, T.F. (1977): Undisturbed sampling of decomposed granite soil and its mechanical properties, Soil Sampling, The Specialty Session No.2, Ninth Intern. Conf. on S.M.F.E., 97-102.
- 6) 吉中龍之進(1973): 花こう岩地盤の工学的性質, 橋梁と基礎, Vol.7, No.10, 88-93.
- 7) Onodera, F. T., Yoshinaka, R. and Oda, M. (1974): Weathering and its mechanical properties of granite, Advances in Rock Mechanics, Proc. of 3rd Intern. Cong. of I.S.R.M., 71-78.
- 8) Yoshinaka, R., Takahashi, K., Ochi, H. and Ishikawa, K. (1974): Indication of mechanical properties of granite, Rock Mechanics in Japan, Vo. II, 37-39.
- 9) Onodera, F. T., Yoshinaka, R. and Oda, M. (1974): Rock mass investigation, Rock Mechanics in Japan, Volume II, 164-166.
- 10) 吉中龍之進・小野寺透(1975): 岩盤せん断試験における破断面の性状とせん断強さ, 第9回岩盤力学に関するシンポジウム, 36-40.
- 11) 吉中龍之進・小野寺透(1976): 微細亀裂を多く含む結晶質岩石の強度とダイレイタンス, 第10回岩盤力学に関するシンポジウム, 31-35.
- 12) 吉中龍之進・小野寺透(1976): 岩盤分離面の表面性状とせん断強さとの関連, 土と基礎, Vol.24, No.1, 7-12.
- 13) 吉中龍之進・吉田政美(1974): 花こう岩分離面のせん断強度特性, 応用地質, Vol.15, No.2, 12-22.
- 14) 吉中龍之進・石井宏幸(1975): 花こう岩分離面のせん断特性に及ぼす表面性状と垂直応力度の影響, 応用地質, Vol.16, No.2, 21-32.
- 15) 小野寺透・吉中龍之進・小田匡寛(1976): 花こう岩の風化に伴う強度低下, 岩盤力学に関するシンポジウム, 71-76.
- 16) 吉中龍之進(1976): 風化による花こう岩の力学的性質の変化, 日本材料学会関東支部第3回シンポジウム「岩の力学」, 11-15.
- 17) 吉中龍之進・西牧均(1978): 軟岩の支持力に関する考察, 第33回土木学会年次講演会, III-277, 521-522.
- 18) 吉中龍之進, 他(共著): 風化花こう岩及びまさ土の工学的性質と応用, 土質・基礎工学ライブラリー16, 第3章せん断特性, 第4章変形特性, その他.
- 19) 吉中龍之進・山辺正(1979): 軟岩の強度条件式と応力-ひずみ関係に与える供試体の寸法効果, 第12回岩盤力学に関するシンポジウム, p.31~35.
- 20) Rosengren, K. J. and Jeager, J. C. (1968): The mechanical properties of an interlocked low-porosity aggregate, Géotechnique, 18, p.317-326.

※

※

※