

2. 島尻層群泥岩の新里層に関する考察

上原地盤工学研究所 島尻層泥岩分科会

○与那嶺満 (応用地質(株)), 平良聡 (株沖技), 新垣健二 (株沖縄建設技研),
上原 裕 (株協和建設コンサルタント), 城間永誠 (日興建設コンサルタント)

1. はじめに

本島中南部に分布する島尻層群は泥岩を主体とする第三紀中新世～第四紀更新世の堆積物で、上位より新里層、与那原層、那覇層に区分される。また、島尻層群泥岩は良好な支持層と見なされ、構造物の大型化に伴い支持層とする事例が多くなってきた。島尻層群の中で新しい時代に堆積した新里層の上部は浮遊性有孔虫が分布する第四紀の堆積物で構成されている。また、上位には第四紀の琉球石灰岩が分布し、泥岩が堆積する環境から琉球石灰岩の堆積する環境に大きく変化した時代の堆積物である。このため、新里層のN値は与那原層と異なり $N < 40$ を示し、ほとんどが $N = 20 \sim 30$ を示している。このため、支持層としての信頼性に乏しく基礎の設計でしばしば問題となっている。

上原地盤工学研究所泥岩分科会では過去に実施された新里層と与那原層の原位試験結果および室内試験結果を収集し、一軸圧縮試験結果を基に、一軸圧縮強さと物理定数および変形係数の関係、また孔内水平載荷試験結果と一軸圧縮試験結果から得られる変形係数等の関係について整理し、その特徴について検討・考察を行った。

収集した新里層の試験データは総数で175試料である。図-1に示すとおり、破壊ひずみが3.0%以下の33試料を抽出した。与那原層は同様に426データより389データを抽出した。また、これに孔内水平載荷試験の16データを追加して整理した。

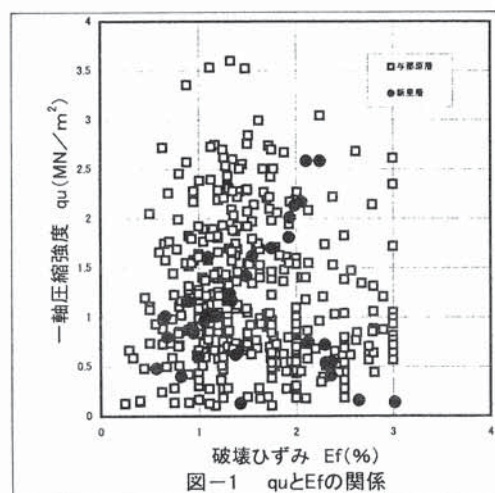


図-1 quとEfの関係

2. 一軸圧縮強さと物理定数の関係

図-2と図-3はそれぞれ一軸圧縮強度と含水比、湿潤密度の関係を示した。

図-2では q_u と含水比の関係を示す。新里層は含水比が29～40%に分布する。与那原層の含水比は17～38%の範囲に分布しており、平均値と比較すると新里層は34.6%、与那原層は24.4%で約10%新里層の自然含水比は高い。一軸圧縮強度と自然含水比の関係は自然含水比30～35%で 1.0 MN/m^2 以下の低強度の試料や自然含水比35～40%で $1.8 \sim 2.6 \text{ MN/m}^2$ の値を示し、全体にばらつく傾向がみられた。

図-3は新里層と与那原層の湿潤密度と一軸圧縮強度の分布範囲を示す。与那原層は一軸圧縮強度に関わらず $1.9 \sim 2.1 \text{ MN/m}^3$ の範囲にあり、新里層は 1.8 MN/m^3 の範囲に布している。新里層では湿潤密度が大きくても強度が低くなる傾向が見られた。

新里層 : $1.73 \sim 1.96 \text{ (MN/m}^3)$ 平均値 = $1.84 \text{ (MN/m}^3)$
与那原層 : $1.85 \sim 2.15 \text{ (MN/m}^3)$ 平均値 = $2.03 \text{ (MN/m}^3)$

3. 一軸圧縮強さと変形係数の関係

一軸圧縮試験から得られる一軸圧縮強度と変形係数の関係を図-4に示した。新里層及び与那原層の変形係数と一軸圧縮強度の関係は次の関係式で示される。

$$\text{新里層} : E_{50} = 58q_u \quad (1)$$

$$\text{与那原層} : E_{50} = 94q_u \quad (2)$$

軟岩に対する圧縮強度と変形係数の関係は、竹中¹⁾や新城²⁾らによっても求められており、ほぼ $E = 100q_u$ の関係が導かれている。与那原層は竹中や新城の提案式と近似した関係が得られるが新里層は与那原層の約6割の値となった。

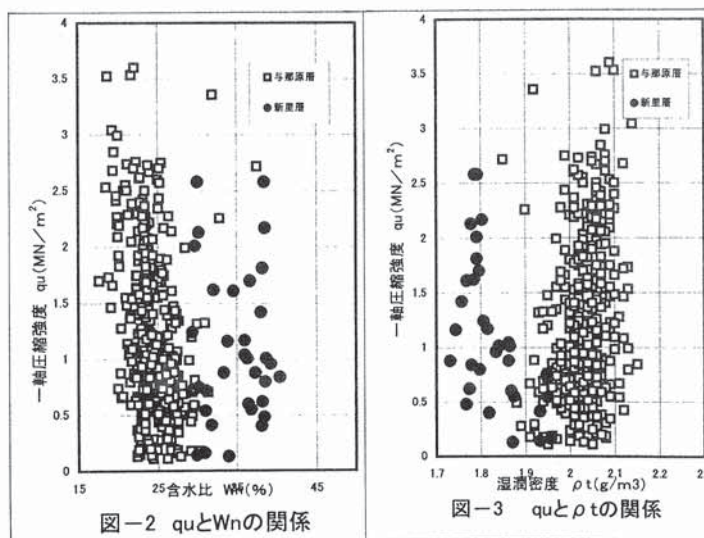


図-2 quとWnの関係

図-3 quとρtの関係

4. 換算N値と変形係数の関係

変形係数は、構造物基礎の変位量の計算に使用されており、平板載荷試験 (Ep) ・孔内水平載荷試験 (Eb) ・一軸または三軸圧縮試験 (Ec) ・標準貫入試験のN値 (En) によって求められる。道路橋示方書では、これらの関係を下記のように示している。

$$E_p = 4E_b = 4E_c = E_n \quad (3)$$

図-5は、換算N値とEbおよびEcの関係を示したもので、これに標準貫入試験のN値(換算N値)より $E = 2.8N$ (MN/m²) から推定した値をEnとして示した。

新里層の換算N値とEbおよびEcとの関係は、バラツキがあるが平均値を代表値として算出すると図中の太線で示され、それぞれ(4)式と(5)式で表される。

$$E_b = 3.3N \text{ (MN/m}^2\text{)} \quad (4)$$

$$E_c = 2.3N \text{ (MN/m}^2\text{)} \quad (5)$$

(4)式および(5)式から $E_b = 1.4E_c$ の関係が得られ、En (2.8N) とEbとEcとの関係は(6)式ようになる。

新里層は(3)式とは必ずしも一致しないが、与那原層の(7)式と比較して道路橋示方書の $E_n = 2.8N$ に近い値が得られた。

$$E_n = 0.9E_b = 1.2E_c \text{ (MN/m}^2\text{)} \quad (6)$$

$$E_n = 1.4E_b = 1.7E_c \text{ (MN/m}^2\text{)} \quad (7)$$

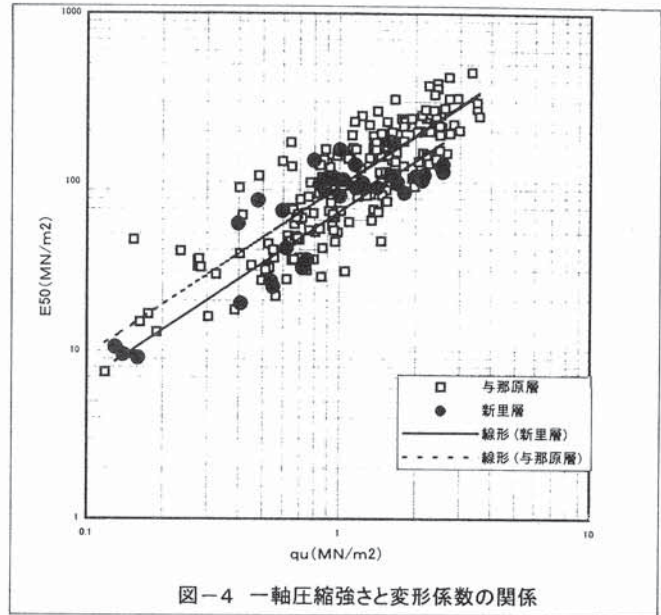


図-4 一軸圧縮強さと変形係数の関係

5. まとめ

島尻層泥岩の新里層と与那原層の一軸圧縮強さと物理定数および変形係数、換算N値と変形係数を比較したところ、以下のような知見が得られた。

- ① 含水比の平均値は与那原層で24.7%、新里層で34.6%を示し、約10%新里層の含水比は高い。
- ② 一軸圧縮試験と湿潤密度の関係では湿潤密度が高い時に強度が低くなる傾向が見られた。今後もデータの収集に努め、今後の検討課題とする。
- ③ 一軸圧縮試験より得られる変形係数と一軸圧縮強さの関係は、およそ58:1の関係にあり、与那原層や竹中、新城らの提案した関係式のほぼ6割に相当する。
- ④ 孔内水平載荷試験および一軸圧縮試験から得られる変形係数には、 $E_b = 1.4E_c$ の関係が見られ、与那原層とほぼ同様な関係である。
- ⑤ 孔内水平載荷試験、一軸圧縮試験および換算N値から得られる変形係数には、 $E_n = 0.9E_b = 1.2E_c$ の関係が認められ、与那原層より道路橋示方書の $E_n = 2.8N$ に近い関係が示された。

6. あとがき

島尻層泥岩新里層は第四紀更新世～第三紀鮮新世に堆積した地盤で、与那原層や那覇層より新しい地盤である。また、新里層は堆積過程や上部に分布する琉球石灰岩の影響を受けて与那原層や那覇層とは異なる工学的特性を示している。このため、島尻層群泥岩層を一律で均一な地層として扱う事は困難である。新里層については土被り圧と強度の関係や堆積過程と圧密過程の関係を整理し、物理特性や力学特性を検討する必要がある。今後は、各種資料の収集・整理を進め、設計や施工の幅広い分野で活用できるように研究を進めたい。

参考文献

- 1) 竹中準之介：土質調査試験結果の解釈と適用例，第5章一軸圧縮試験，土質工学会，pp.189～191，1990。
- 2) 新城俊也：九州・沖縄の特殊土，18. 島尻層泥岩，土質工学会九州支部，pp.233～234，1983。
- 3) 日本道路協会：道路橋示方書・同解説 IV下部構造編，pp.238～239，1997。

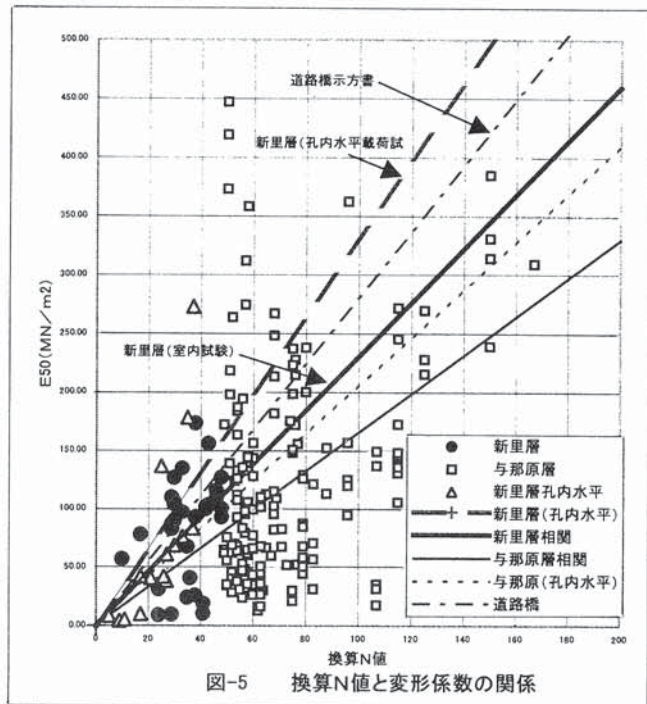


図-5 換算N値と変形係数の関係