

島尻層群泥岩の周面摩擦抵抗(τ)に関する収集事例からの考察

井上英将^{*}, **, 我那覇忠男^{*}, ***, 周亜明^{*}, ****, 前泊史^{*}, *****, 宮城盛光^{*}, *****, 島尻隆^{*}, *****,

^{*}沖縄斜面調査研究会, ** (株) 南城技術開発, *** (株) ホープ設計, **** (株) 沖縄土木設計コンサルタント, *****, (株) 国建, *****, (株) ウイング総合設計, *****, (株) 岩下建技コンサルタント

1. はじめに

島尻層群泥岩は新第三紀鮮新世に形成された泥岩である。摩擦型のアンカーの設計に用いる周面摩擦抵抗については、「(社)地盤工学会(H12, H24(改訂版)): グラウンドアンカー設計施工基準, 同解説(以下基準書)」に地質の違いに応じた対象表が示されている。基準書中に示される土丹等の値に比べ島尻層群泥岩の周面摩擦抵抗 τ 値は、低い値が得られることが知られている。そこで、本研究会では「島尻層群泥岩の周面摩擦抵抗の設定方法立案」を目的とした研究を実施中である。現在、沖縄県土木建築部より周面摩擦抵抗に関する既往資料を提供頂き、これらを整理中である。

2. 基準図書等との照合

基準書に示された地盤と島尻層群泥岩を照合すると、「風化岩」または「土丹」に相当する。この場合、周面摩擦抵抗は $\tau=0.6\sim1.2\text{MN/m}^2$ になる。約20年より以前の島尻泥岩地帯のアンカーの設計では上記区分に照らし、 $\tau=0.6\text{MN/m}^2$ を採用していた事例が多い。

その後、平成24年に出版された基準書訂正第2版には、対象表に下記の注意書きが追記されている。

「蛇紋岩・第三紀泥岩・凝灰岩等の場合は、岩質区分から示される最小値より更に小さい摩擦抵抗しか得られない場合がある」

同注意書きは「(株)東日本道路公団他(H19): グラウンドアンカー設計・施工要領」に記載されたものである。同書には地質年代と周面摩擦抵抗との関係図(Fig.1)が示されている。同図では島尻層群泥岩に適合する新第三紀鮮新世の周面摩擦抵抗の集積範囲として $\tau=0.1\sim0.35\text{MN/m}^2$ が考慮される。

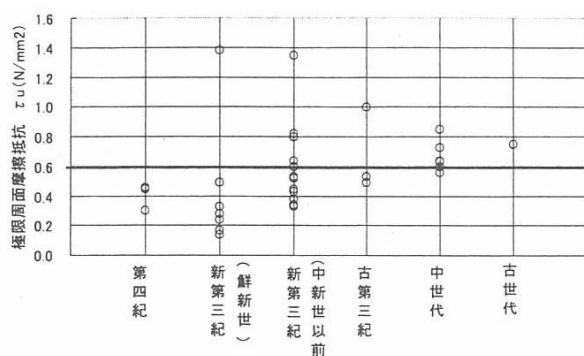


Fig.1 地質年代と周面摩擦抵抗の関係(グラウンドアンカー設計・施工要領: (株)東日本道路公団他, H19)

3. 島尻層群与那原層の周面摩擦抵抗に関する既往の研究について

3.1 既往の研究

上原地盤工学研究所では島尻層泥岩与那原層で行われた基本試験の事例を収集し、周面摩擦抵抗の整理、統計を行っている。(柿原ら, 2005; 湧川ら, 2008)

この内、(湧川ら, 2008)では統計結果の考察として、島尻層群与那原層の周面摩擦抵抗について $\tau=0.3\sim0.6\text{MN/m}^2$ を目安として示している。

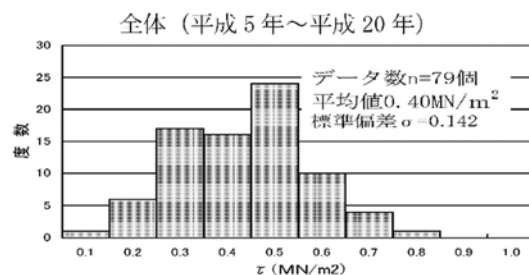


Fig.2 引き抜き試験結果による極限周面摩擦抵抗のヒストグラム: 湧川ら, 2008

3.2 既往研究の収集事例の再整理

(柿原ら, 2005 ; 湧川ら, 2008)の研究では, 周面摩擦抵抗の設定に利用された N 値は示されていない. よって, N 値 50 以下の事例が混在している可能性も考慮される. ここでは, N 値 50 以上の地盤に対する周面摩擦抵抗の傾向を把握するため, 以下の条件を仮定し, データの再整理を行った.

[仮定条件]・周面摩擦抵抗 $\tau = 0.6 \text{ MN/m}^2 \div \text{N 値 50 以上の与那原層泥岩}$

・周面摩擦抵抗 $\tau < 0.6 \text{ MN/m}^2 \div \text{N 値 50 未満の与那原層泥岩}$

上記仮定条件を適用し, 事例の再整理を行った結果を **Table1** に示す. 整理では, 周面摩擦抵抗が $\tau < 0.3 \text{ MN/m}^2$ となる事例数の分布をとりまとめた.

Table1 基本試験 $\tau < 0.3 \text{ MN/m}^2$ となる事例の統計表

設計時 τ の設定区分	基本試験 $\tau < 0.3 \text{ MN/m}^2$ の事例		全事例	
	事例数	百分率 ^{※1)}	事例数	百分率
N値 ≥ 50 の地層	14	22.6%	62	86.1%
N値 < 50 の地層	3	30.0%	10	13.9%
合 計	17		72	

※1) ここでの百分率は各設定区分の事例数に対するもの

これより, N 値 50 以上の与那原層では, 基本試験 $\tau < 0.3 \text{ MN/m}^2$ となる可能性が 22%程度考慮される傾向が把握された.

また, N 値 50 以上の与那原層の基本試験 τ 値のヒストグラムについて **Fig.3** に整理した.

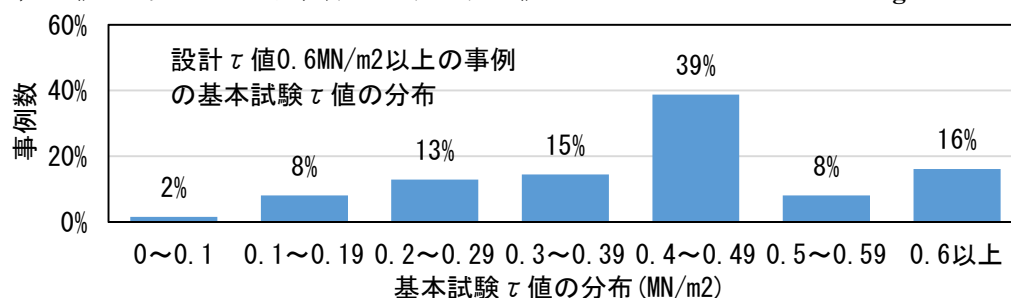


Fig.3 N 値 50 以上の与那原層における基本試験 τ 値の詳細な分布

以上を整理すると以下が把握された.

(把握事項) 1)統計より, 基本試験 τ 値は $0.4 \sim 0.49 \text{ MN/m}^2$ がやや多く得られている.

2)N 値 50 以上の地盤で最も低い基本試験 τ 値は $\tau = 0.08 (\text{MN/m}^2)$ がある.

3.3 基準書等と既往研究より考慮される問題点

2.に示した基準書への照合結果と, 3.に示した既往研究による基本試験 τ 値の分布より, 以下の問題点が考慮された.

1)(東日本高速道路,H19)中の **Fig.1** では, 図中に示される周面摩擦抵抗の範囲の中で数値を設定するためのその他の指標(関連する定数等)が示されていない.

2)(東日本高速道路,H19)中の **Fig.1** では, 集積範囲中の大きい値を採用した場合で $\tau = 0.35 \text{ MN/m}^2$ となる. 既往研究の収集事例について N 値 ≥ 50 と推定される島尻層群泥岩について基本試験に基づく, 周面摩擦抵抗のピークは $\tau = 0.4 \sim 0.49 \text{ MN/m}^2$ である. 上限値を $\tau = 0.35 \text{ MN/mm}^2$ に規制した場合, 経済性の低下につながることを懸念される.

3)2)とは相反するが, N 値 ≥ 50 と推定される島尻層群泥岩でも, 基本試験 τ 値が 0.3 MN/m^2 を大幅に下回る箇所がある可能性が考慮される.

4. 課題解決のためのアプローチ方法について

問題点の解決のためのアプローチを以下に示す.

(対応方法 1)「島尻層群泥岩の周面摩擦抵抗と関係性のより高いパラメータの検出」

(対応方法 2)「島尻層群泥岩の周面摩擦抵抗が変化するメカニズムの解明」

これらを検討するために、N 値、コア写真等、基本試験の実地地盤の状況が把握できる資料を収集し、以下の流れで研究を行っている。現在は Step.2～Step.3 を実施中である。

事例は、沖縄県土木建築部南部土木事務所、中部土木事務所より以下の事例(Table2)をご提供頂いた。



Fig.4 研究の流れ

Table2 収集事例の現場名および諸元

現場名	場所	調査・設計期間	基本試験実施期間	基本試験数	アンカータイプ
金城ダム	那覇市	昭和 54 年～平成 2 年	平成元年	3 (5)	摩擦型 (拡孔支圧型)
森川地すべり	西原町	平成 20 年	平成 21 年	2	摩擦圧縮型
安里地すべり	中城村	平成 18～19 年	平成 18～23 年	6	摩擦圧縮型
熱田地すべり	北中城村	平成 20～25 年	平成 23～28 年	14	摩擦圧縮型

※拡孔支圧型のデータは使用しない。

5. 収集事例の整理

収集事例に共通して行われている試験は、標準貫入試験のみである。(湧川ら, 2008)によると、低い周面摩擦抵抗が発揮される要因として、小断層、砂層、凝灰岩等の構造的弱面の影響が推定される。そこで、岩盤の定量的評価方法である RQD をコア写真より判読し、N 値と共に、基本試験 τ 値との関係性について検討を行った。N 値と基本試験による周面摩擦抵抗との関係図を Fig.5 に、RQD と基本試験による周面摩擦抵抗との関係図を Fig.6 に示す。

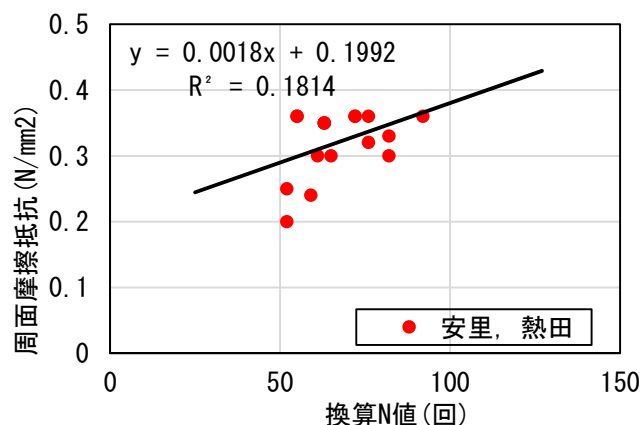


Fig.5 換算 N 値と基本試験による τ 値関係図 (安里, 熱田)

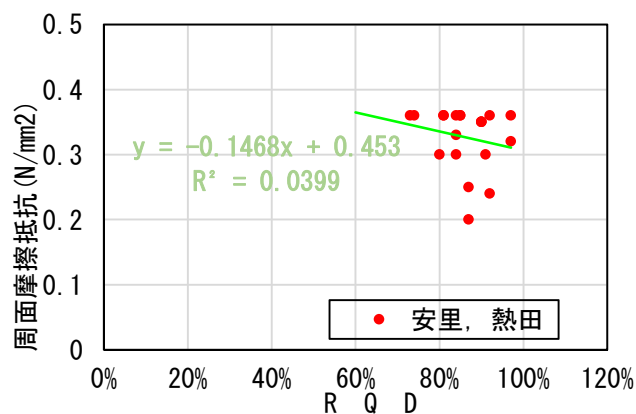


Fig.6 RQD と基本試験による τ 値関係図(安里, 熱田)

これより以下の事項を把握した.

(把握事項)

- 1)Fig.5 より N 値と τ 値とでは正規関係は得られるが, 相関係数は $R^2=0.18$ と低い.
- 2)Fig.5 中の関係直線を利用すると N 値 50 の時, $\tau=0.25\text{MN/m}^2$ が得られる. 未風化泥岩の下限値が同値となる.
- 3)Fig.6 より RQD と τ 値とではマイナス方向の関係となり, 今回の収集事例からは有意な関係は見られない傾向が把握された.

6. 今後の課題

- 1)今回は基本試験の最大値を $\tau_{\max} \geq 0.4\text{MN/m}^2$ とした事例はなかった. (柿原ら, 2005 ; 湧川ら, 2008)の研究では島尻層群泥岩の τ 値の統計上のピークは $0.4 \sim 0.49\text{MN/m}^2$ であった. 同値域の採用も可能な設定方法の立案には $\tau=0.4\text{MN/m}^2$ 以上の基本試験 τ 値の事例の収集が必須である.
- 2)周面摩擦抵抗 τ 値に対し N 値より高い関係性を有す定数の有無について検討を深める必要がある.

謝辞 : 本研究を行うに当たり, 沖縄県土木建築部南部土木事務所, 中部土木事務所からアンカーの基本試験のデータおよび基本試験実施値の地盤情報を記載した報告書をご提供頂いた. 厚くお礼申し上げます.

引用文献

- 柿原義彦, 川満一史, 田場邦夫, 桃原強, 仲間和章, 長尾恵一(2005): 島尻層群泥岩におけるグラウンドアンカー周面摩擦抵抗, 第 40 回地盤工学研究発表会, pp1737~1738
- (社)地盤工学会(H24): グラウンドアンカー設計・施工基準, 同解説, 78p, pp.158~159
- 東日本高速道路(株)他(H19): グラウンドアンカー設計・施工要領, pp55~56
- 湧川学, 川満一史, 田場邦夫, 桑野稔弘(2008): 島尻層群泥岩におけるグラウンドアンカー周面摩擦抵抗(その 2),

【講演者略歴】

井上 英将 (いのうえ ひでまさ)

所属: (株)南城技術開発

職名: 調査計画部部長

1997 年 琉球大学大学院農学研究科修了

1997 年 利根コンサルタント(株) 技術員

2007 年 (株)南城技術開発 技術員

現在に至る