

琉球層群の N 値に対する強度係数に関する一考察

○ 琉球大学 正 原 久夫

1 まえがき

沖縄県に広く分布する琉球層群は層相の変化が激しく、空洞部、砂礫部、石灰岩部などが混在する。岩塊部は構造物基礎として十分な支持力があっても軟弱部の混在で支持地盤として評価されていない。本文では、琉球層群を効率よく支持層として取り入れることを目的に琉球層群の N 値データを収集し、その統計解析から信頼性設計法の考え方に基づき、部分安全係数の算出を試みた結果について述べる。算出にあたっての変動係数として、層全体によるものと R 値(後述)により推定する方法を使い、その結果得られる安全係数について比較した。

表-1 琉球層群の N 値に関する基本統計量($N < 50$)

		N 値	N ₁₀	N ₂₀	N ₃₀	R=N/N ₂₀
2 琉球層群の統計解析	平均	22.53	6.92	7.42	8.20	3.36
2-1 データ収集と基本統計量	標準誤差	0.55	0.21	0.22	0.25	0.06
琉球層群を含む地域(沖縄島、	中央値	21.00	6.00	7.00	7.00	3.00
宮古島)での架橋調査で得られ	最頻値	50.00	6.00	5.00	7.00	3.00
た 34 地点でのボーリング柱状	標準偏差	13.07	4.88	5.16	5.82	1.33
図から、対象層である琉球層群	最小	0.60	0.20	0.20	0.20	1.56
中での N 値データ 946 個を取	最大	50.00	28.00	32.00	34.00	18.00
出した。さらに N 値が 50 以上	標本数	557	557	557	557	557
あるいは、反発するところを除	変動係数	0.580	0.705	0.696	0.710	0.397
いた 557 データを解析対象とし						

た。これらのデータの基本統計量を表-1 に示す。表中の N_{10} , N_{20} , N_{30} は標準貫入試験において貫入深さ 0 ~ 10, 10 ~ 20cm, 20 ~ 30cm 区間での打撃回数であり、その和が N 値となる。

区間打撃回数の平均値は、貫入深さの増加に伴い増加する。これは、摩擦抵抗の増加に対応しているものと考えられ、貫入深さに対し、線形増加する。したがって、平均値について、中央値の N_{20} を 3 倍すれば N 値となることがわかる。この経験則を N 値の 3 倍則と呼ぶ。

2-1 R 値

上に述べた N 値の 3 倍則は、平均値について成立するものであるが、個々の N 値データについて、中央値 N_{20} に対する N 値の比: R を定義する。すなわち $R = N/N_{20}$ とする。定義から分かるようにこの R 値は、打撃区間内での強度変動を表す指標となっており、 $R=3$ に近いほど強度変動が少ないことを表している。

表-1 の右欄には各 N 値データに対する R 値についての基本統計量も示しているが、 $\bar{R} \neq 3$ に注意を要する。

個々の R 値はその地点の、強度変動を反映しているので、1 ボーリング点中の琉球層群に関する R 値の平均値は、その地点の平均的な強度変動に関連しているものと考えられる。 $R=3$ を持つとき、最小変動状態であることから、 $R=3$ 状態からの偏差量と N 値の変動係数(標本標準偏差に基づく値)とは関連性があると考えられる。そこでその関係を 34 ボーリング地点についてプロットしたものが図-1 である。図中の横軸は $R=3$ からの偏差相当量 $D_R = \left| \ln \left(\frac{R_i}{3} \right) \right|$ である。図に示すように両者には線形関係が認められる。

3 信頼性設計法²⁾による琉球層群の N 値の強度係数

信頼性設計法では構造物の破壊確率をもとに、荷重側と抵抗側に部分安全係数を設定する。最も精密なレベ

ル3の設計水準に、さまざまな簡略化仮定を設けて得られるレベル1の設計水準では、最終的に次の設計基準式を与える。

$$\phi Q \geq \gamma S \quad (1)$$

ここで、 ϕ 、 γ は強度係数、荷重係数であり、 Q 、 S は強度と荷重の公称値で、ここでは平均値を採用する。2次モーメント法で破壊確率と安全性指標の関係式を与え、統計量の混在を分離する近似化を行なった結果、レベル1に対応する強度定数として(2)式が得られる。

$$\phi = 1 - \alpha \beta_a V_Q \quad (2)$$

α は、統計量混在を分離する近似係数で、 $\alpha = 0.75$ 。 β_a は許容安全性指標で、ここでは正規確率変数を仮定して、破壊確率 P_f と関連付けられてい

る。 $P_f = 0.1$ のとき $\beta_a = 1.29$ である。 V_Q は強度の変動係数で、ここでは N 値を地盤材料の強度と捉えているので、その変動係数となる。

変動係数を層全体での N 値標本データから求めると、その強度係数はその層全体の代表値となり、対象層に対して一つの値を持つ。ところが琉球層群では、層内でも N 値の変動が大きい。そこで、その変動を考慮して N 値データのの一つ一つに強度係数を設定することを考える。そこで上述した R 値の偏差相当量と変動係数との線形関係を利用して、個々の R 値から変動係数を推定し、(2)式によって強度係数を算定する。このようにして得られる個別の強度係数と層全体の強度係数との関係のうち数例を図-2に示す。図に示すように層全体の強度係数は一つであっても R 値の変動を考慮した強度係数は0.2~0.8程度の範囲で変化し、琉球層群の N 値の変動に対応した強度係数が得られることがわかる。

参考文献

- 1) 原久夫：沖縄島の代表的地盤における N 値と10cm区間打撃回数に関する一考察，第35回地盤工学研究発表会，479-480，2000.6.
- 2) 星谷勝，石井清：構造物の信頼性設計法，鹿島出版会，1986

