

## N値を用いた浅い基礎の設計の品質

ジオテック 名誉会員 藤田 圭一  
 ハザマ 正会員 大野 睦雄  
 ハザマ 正会員 三反畑 勇  
 ハザマ 正会員 松本 江基

### 1. まえがき

標準貫入試験（SPT）では、ハンマーの打撃エネルギーのすべてがロッドへの伝達エネルギーにならないので、伝達される割合を打撃効率  $e$  と呼んでいる。その大きさは1打ごとに異なり、計測しない限り求められない。表-1にはKovacsら(1982)が調査した  $e$  を利用して、 $e=1$  のとき  $N$  値 ( $N_{100}$ ) = 18 である地盤で求められる  $N$  値を補正した  $N$  値の国際式と藤田式の欄にまとめてある。

国際式欄の  $N$  値は 21 ~ 51 の範囲にあるが、国際地盤工学会(1989)がその貫入試験に関する技術委員会・SPT 作業部会が ISOPT-I(1988)で討議した答申書の中で、補正  $N$  値は打撃効率に反比例すると定めたことによる。藤田式欄の  $N$  値は 20 ~ 30 の範囲にあるが、それは藤田(1977)が打撃効率の平方根  $\sqrt{e}$  に反比例するとしたことによる。

地盤調査会社の報告書には表-1の範囲の  $N$  値が記載されているが、発注者、調査者、設計者のいずれも、その  $N$  値がどの  $e$  に対するものか全く知らないし、知る努力もしていない。

わが国の現行の商習慣では、表-1の範囲の  $N$  値はすべて正常なものと認定され、発注者は業者と契約した金額を支払っている。設計者はこれに全く疑問をもたないで、報告書に記載された  $N$  値を利用して設計している。

### 2. 浅い基礎の許容支持力度と基礎幅の設計

$N$  値は浅い基礎の設計に広く利用されており、簡易な設計では  $N$  値の函数として許容支持力度を求めている。正規の設計では Terzaghi 系の支持力算定式が用いられるが、その支持力係数は内部摩擦角の函数として与えられる。はほとんど例外なく  $N$  値から求められているが、 $N$ - 関係については多くの提案があるように、その信頼性が乏しい。

図-1には浅い基礎の設計例が示されているが、その地盤の許容支持力度は Terzaghi-Peck の提案にほぼ近い  $N$  値 ( $\text{tf}/\text{m}^2$ )、すなわち  $0.01N(\text{MPa})$  としている。

図-1には、表-1中の打撃効率の最高クラス、国際基準、最低クラスを取上げて算定してフーチングの形状が比較されているが、雑な SPT は経済的なフーチングを生む恐ろしい結果が示され、品質以前の状況にある。

表-1 打撃効率と  $N$  値の関係(1997)

| 打撃効率<br>$e$ | 備考     | $N$ の<br>表示 | 補正した $N$ 値 |     |
|-------------|--------|-------------|------------|-----|
|             |        |             | 国際式        | 藤田式 |
| 1.00        | *      | $N_{100}$   | 18         |     |
| 0.85        | 最高クラス  | $N_{85}$    | 21         | 20  |
| 0.78        | トンビ法   | $N_{78}$    | 23         | 20  |
| 0.67        | Kovacs | $N_{67}$    | 27         | 22  |
| 0.60        | 国際基準   | $N_{60}$    | 30         | 23  |
| 0.35        | 最低クラス  | $N_{35}$    | 51         | 30  |

\*打撃エネルギーの損失がない  $N_{100}=18$

| 打撃効果<br>$e$ (表-1)       | 最高クラス<br>$e=0.85$   | 国際基準<br>$e=0.60$             | 最低クラス<br>$e=0.35$            |
|-------------------------|---|------------------------------|------------------------------|
| 補正 $N$ 値<br>(表-1)       | $N_{85}=21$   | $N_{60}=30$                  | $N_{35}=51$<br>50            |
| 条件                      | 壁荷重(常時) : $P=1(\text{MN}/\text{m})$<br>許容支持力度 : $q=0.01N(\text{MPa})$<br>根入れ0m, フーチング重量無視 |                              |                              |
| 必要なフーチング幅               |   |                              |                              |
| 幅 $B$ (m)               | $B_{85}=4.76\text{m}$   | $B_{60}=3.33\text{m}$        | $B_{35}=2.00\text{m}$        |
| フーチングの<br>形状<br>(近視的評価) |   |                              |                              |
| 安全率<br>(相対)             | 1.00<br>1.43<br>2.00<br>3.00  | 0.70<br>1.00<br>1.43<br>2.10 | 0.42<br>0.60<br>0.84<br>1.26 |

図-1 打撃効率のフーチング幅への影響  
(藤田・大野・三反畑・松本-2004)

キーワード：品質管理，設計，浅い基礎，支持力， $N$  値

連絡先：(株)ジオテック 〒160-0023 東京都新宿区西新宿 3-6-5 TEL：03-3340-3100 FAX：03-3340-3105

図-2 は、品質管理した SPT とその直後にサンプラーを押込んで求めたサンプラーの静的限界抵抗力度の関係を示す。図の  $q_N$  値と Meyerhof (1956) のコーン指数  $q_c$  値から求めた許容支持力度  $p_a$  (MPa) および図-1 の許容支持力度  $q$  (MPa) の関係の検討を行った。

(1) Terzaghi - Peck (1948) の考え方による方法

許容支持力度  $q = N(tf/m^2) = 0.01N$  (MPa)、あるいはやや小さい数値を図表で与えており、簡易な設計方法の場合に適用されている。

(2) コーン指数  $q_c$  値と  $N$  値の関係による方法

Meyerhof (1956) は  $q_c = 4N$  (kgf/cm<sup>2</sup>) = 0.4 $N$  (MPa) の関係を与えており、極限支持力に相当するので、許容支持力度  $q_a = 0.133N$  (MPa) になる。

(3)  $q_N$  値とサンプラーの静的限界抵抗力度の関係による方法

$q_N$  値はサンプラーの単位断面積当りの極限動的貫入抵抗値であるので、これに対応するサンプラーの静的最大抵抗力度  $p_{max}$  (MPa) を図-2 から求め、その 1/3 を許容支持力度  $p_a$  (MPa) とする。

表-2 は、以上の 3 方法で求めた許容支持力度をまとめたものであるが、その大きさはあまり変わらない。注目すべき点は、CPT による値と図-2 の品質管理された SPT 直後のサンプラー押し込み試験による値がほぼ一致したことである。

3. まとめ

わが国の設計基準などには CPT による  $q_c$  値を用いた浅い基礎の設計方法が見られないが、杭基礎の設計では優れた結果を得たとする報告が多い。今後これらの知見を信用して浅い基礎の設計に有効な方法が提案できるものとする。

[参考文献・引用文献]

- 1) 藤田：品質管理された SPT とそのメカニズム，品質保証された  $N$  値とその解釈，基礎工，pp.2-6，2003.2.
- 2) 地盤工学会基準：杭の押し込み試験方法 (JGS 1181-2002)，杭の鉛直載荷試験方法・同解説 - 第 1 回改訂版，地盤工学会，pp.19-59，2001.
- 3) 藤田・宮田・三反畑・松本：品質管理を行った SPT 結果の動的貫入抵抗による表示，第 38 回地盤工学研究発表会(秋田)，pp.611-612，2003.
- 4) 藤田・宮田・三反畑・松本：SPT の品質管理とその結果の動的貫入値  $q_N$  による表示，第 58 回土木学会年次学術講演会(徳島) 第 部門，pp.845-846，2003.
- 5) 藤田・三反畑・松本：SPT と CPT に基づく浅い基礎の極限支持力度の比較，第 39 回地盤工学研究発表会(新潟)，投稿中
- 6) Meyerhof, G.G. : Penetration Tests and Bearing Capacity of Cohesionless Soils, Proc. of ASCE, Vol. 82, SM1, Paper 866, pp.1-19, 1956.
- 7) 土谷：第 8 章静的コーン貫入試験，地盤工学実務シリーズ 6，地盤調査・土質試験結果の解釈と適用例，地盤工学会，pp.375-425，1998.

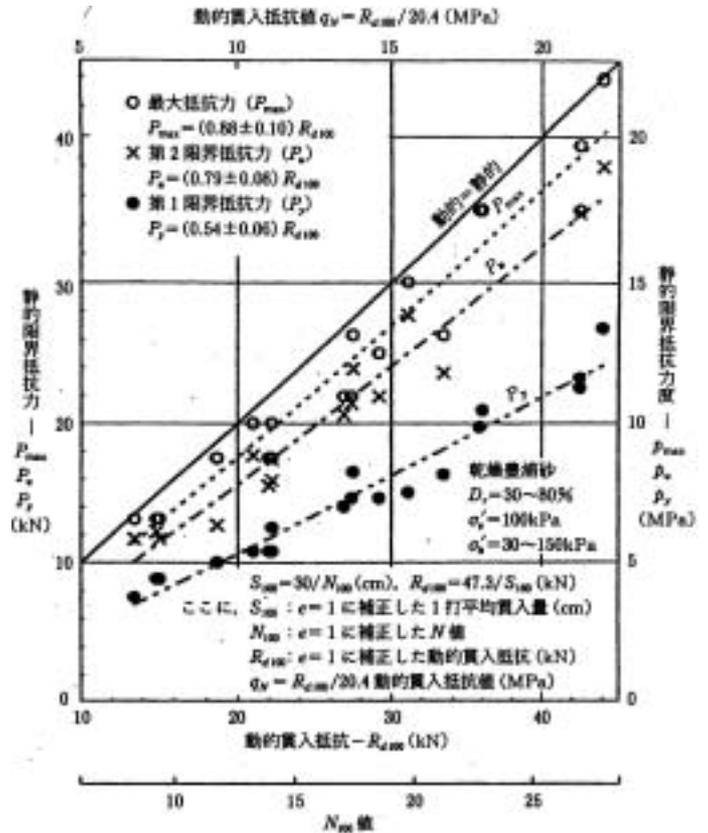


図-2 動的貫入抵抗と静的限界抵抗力度の関係 (藤田・大野・三反畑・松本-2004)

表-2 許容支持力度の比較(2004)

| 方法                 | $N$ 値       | 21   | 30   | 50   |
|--------------------|-------------|------|------|------|
| Terzaghi ほか(1948)  | $q$ (MPa)   | 2.10 | 3.00 | 5.00 |
| Meyerhof (1956)    | $q_a$ (MPa) | 2.80 | 4.00 | 6.67 |
| 藤田・大野・三反畑・松本(2004) | $p_a$ (MPa) | 2.86 | 4.08 | 6.80 |