

基 礎 工 (III)

3. 基礎工破壊の原因

高 木 進\*

基礎工の定義は“構造物の下部すなわち地盤に接する部分と地盤に対する工作”であるといえる。

よい基礎工の条件は

1. 地盤にセン断破壊を生じない。
2. 基礎に生ずる各種沈下が一定限度内である。
3. 凍結、融解、洗掘、将来の隣接基礎等について十分の根入を有する。
4. 耐久性を有し経済的である。

等に要約される。基礎地盤が密実な砂あるいはそれ以上に良好な性質をもつていれば、基礎工の計画施工は割合に容易である。しかし通常上記の 1, 2, 3 について慎重な検討を必要とすることが実際上きわめて多い。基礎工が破壊する原因をあげると次のとおりである。

- a) 凍害による
- b) 洗掘による
- c) 隣接地の工作による
- d) 支持力の不足による
- e) 地盤の圧密沈下による
- f) 基礎の不等沈下による
- g) 地下水位の変動による
- h) 地盤の震動による
- i) 材料の腐食による

1. 凍 害

凍害には地盤の凍上と軟化がある。それぞれ地盤の凍結と融解によるものである。凍上は間ゲキ水と地下水面から上昇する毛管水の水結による。かりに間ゲキ率が50%の地盤が水で飽和してこれが凍結するとき、水と水の容積差は9%であるから、 $0.50 \times 0.09 = 0.045 \approx 0.05$  すなわち、ふくらみが鉛直方向にだけ生じたとすると凍結深さの5%だけ地盤の隆起がある。

実際はこれに毛管水の凍結が加わつてレンズ状水とな

図-1 凍上現象



\* 正員 白石基礎工事KK専務取締役

り凍上はさらに大きい。地盤の凍結は温度の上昇にともなつて地表から融解し、地盤の軟化によつてそのセン断強度が低下する。従つて凍結深さ以内に基礎面をおかないことが必要である。

2. 洗 掘

河川の流路中に橋脚をおくと流路の障害となつてこの周囲が洗掘される。洗掘によつて根入りが減少すると支持力の減少となり、洗掘が基礎の底面に達すると橋脚の傾斜を生ずる。洗掘の程度を推定するのに種々の説があつて一定していない。根本はその河川の実績による結果であるから過去の実績による推定が最良であろう。洗掘にたいする被害を最小にする橋脚の断面形状については石原博士の研究がある。

また架橋地点が河川の屈曲部であつたため外側の橋台橋脚が重大な被害を受けた例はきわめて多い。

図-2 橋脚の理想的断面

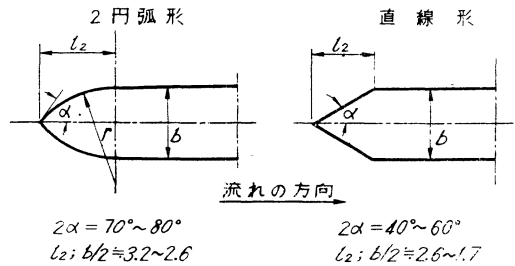


図-3 河川屈曲部の副流



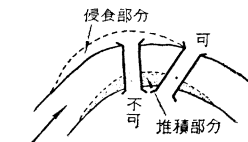
河川の屈曲部では主流のほかには表面で外側に底面でも内側に向かう副流を生じている。この結果外側の河床が洗掘されその土砂は内側に堆積する。従つて屈曲部の外側にある橋脚の洗掘は護床工を施しても洗掘の危険性が多分にある。

図-4 蛇行河川の特 性



一方河川の蛇行部はその性質を一そう強化する性質をもっている。この部分の橋台は背面を侵食されることがある。従つ

図-5 屈曲部の架橋地点



てこの部分の護岸工は特に丈夫に築造する必要がある。河川の屈曲部におく橋脚は上部構造を long span としてなるべく外側におか

ないこと、また基礎の根入を十分にし堅盤があればこれに少くも 60 cm 以上切込むことが必要である。

### 3. 隣接地の工作

図-6 荷重による基礎の変位

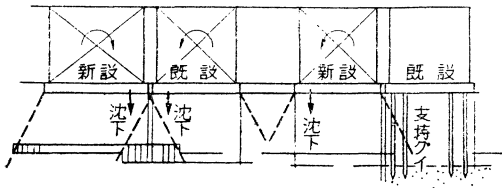
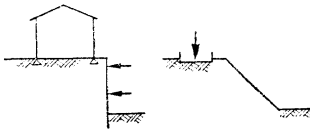


図-7 隣接地の根切



### 4. 地盤の許容支持力

地盤の支持力はその土性、基礎の形状、根入、地下水位等多くの因子によるもので一意的に求められない。許容支持力と基礎の幅との各土質についての関係は図-8に示すようになる。局眼支持力を求める公式は種々提案されているが、地盤の破壊による許容支持力と許容沈下から求められる許容支持力のうち、小さい方を取らなければならない。また許容支持力を求める直接方法として Hausel 法、標準荷重試験、標準貫入試験がある。これらによる場合基礎が地盤中におよぼす影響は基礎幅の約 1.5 倍であるから図-9のようなこと

図-8 許容支持力の決定

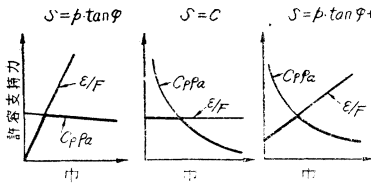
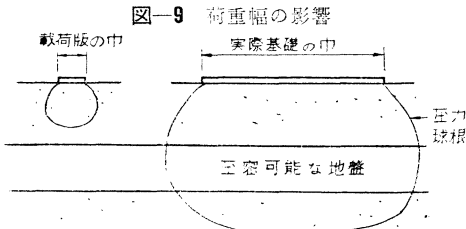


図-9 荷重幅の影響



に注意を必要とする。また基礎の沈下についても載荷版と基礎幅との換算をしなければ、実際に近い数値は求められない。標準貫入試験は標準荷重試験に関連をもたせた図表もできており、簡易に施工できるので砂盤の相対密度を求める方法として優秀なものである。

欠点として深い地点の結果と、ボーリング孔の土砂が崩壊するとき正確性が失われる。

Terzaghi-Peck の Foundation Engineering に標準貫入試験に対比して砂盤において許容沈下を 25 mm

(1 in) とするときの許容支持力が与えてある。

砂盤で 25 mm 沈下のとき各基礎の不等沈下は 20 mm 以内に止まるといわれる。

構造物が多くの基礎で支えられる場合相隣る基礎の不等沈下はどのくらい許されるものか、Sowers の説によると許容不等沈下量として、20 ft 間隔の柱相互にて

鉄筋コンクリート	12 mm
鉄骨建築	12 mm
鉄骨工場	25~50 mm
軽鉄骨倉庫	75 mm

である。

筆者の経験によると根入 30 m の基礎がシルトまじり細砂に定着して 60 t/m<sup>2</sup> の荷重によつて沈下 37 mm、不等沈下 18 mm の記録があつた。deep foundation では許容支持力は沈下から決定されて、しかも沈下は深さの割合に減少しないことは注意を要する。Terzaghi は基礎の沈下は浅い基礎と深い基礎を比較すると 2:1 であると述べている。

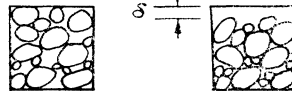
粘土盤の許容支持力を求めるには単純圧縮強度  $q_u$  によつて理論式から求める方が適切であるといわれている。大略の許容支持力は  $q_u$  に等しいが、圧密沈下については別に考えなければならない。

特に重要な基礎では test shaft または test caisson を沈下させ、必要な深度での荷重試験、または土質資料を採取すればなお正確な資料が得られる。

### 5. 地盤の圧密沈下

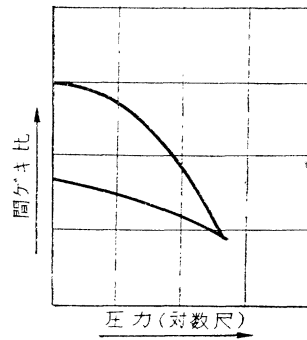
砂盤の圧密はきわめて単純な経過をたどり時間的にも

図-10 sand consolidating



きわめて早く終結する。粘土の圧密は長時日を要し、その単位は 1 年あるいは 10 年となる。

図-11 consolidation test



地盤の圧密沈下がはなはだしければ基礎も大きく沈下し破壊に準じた現象を呈する。圧密沈下の推定には種々の方法があるが undisturbed sample について圧縮試験を行つて次式から最大値が求められる。

$$S = H \cdot \frac{C_c}{1 - e_0} \cdot \log_{10} \frac{p_n + \Delta p}{p_0}$$

ここに S: 圧密沈下量  
H: 圧密を生ずる厚さ  
C<sub>c</sub>: 圧縮指数

$e_0$ : 最初の間ゲキ比  
 $p_0$ : 土層の受けていた荷重  
 $\Delta p$ : 増加荷重

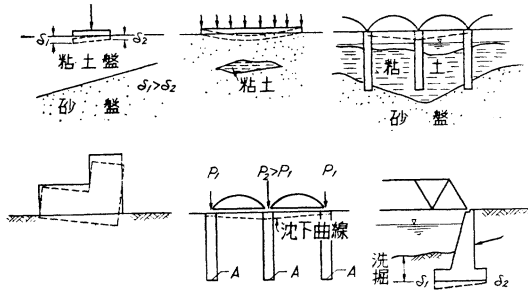
$S$  の値が大きすぎれば地盤の改良を行うか、あるいは一そう安全な地盤まで基礎を下げる以外に方法はない。基礎地盤としては事前圧密を受けた粘土層が望ましいが実際上そう都合な場合は少ない。

### 6. 不等沈下

基礎が不等沈下を生ずる原因は、次のような場合がある。

- a) 地盤の性質による。
- b) 地盤支持力の異なりによる。

図-12 不等沈下



### 7. その他

地下水水位の変化によつて地盤の支持力は大きく変化する。また砂盤では杭打、地震、振動機械の運転等によつて既設基礎の沈下を生じた例がある。

地下水水位上の木杭の腐食、有害水によるコンクリートの腐食による基礎の破壊も注意しなければならない。

### 8. 杭打基礎

杭打基礎の効果は土質と杭長に関係があり、次のような点に注意を要する。

Terzaghi の実験によると荷重が地盤中におよぼす影響は基礎幅の約 1.5 倍である。従つて図-13 に示すよ

図-13 杭の効果

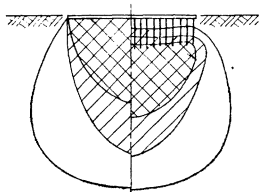


図-14 負の摩擦力を受ける杭

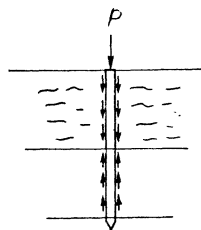
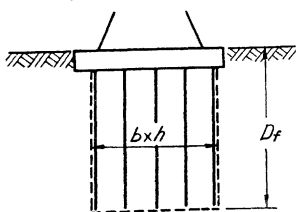


図-15 群杭



うに、幅に比較して短かい摩擦杭は効果が少ない。

沖積層で現在自然圧密を生じているときこの地盤に打込んだ杭に

は負の摩擦力が働らくので基礎が沈下する。

群杭の基礎は図-15 に示すように、基礎が杭の下端まで下つたと考えて極限支持力を次式で求められる。

$$Q_u = Q_b + 2(b+h) \cdot D_f \cdot S$$

ここに  $Q_u$ : 局限支持力

$Q_b$ : 地盤の支持力

$D_f$ : 深さ

$S$ : 土粒子の摩擦力強度

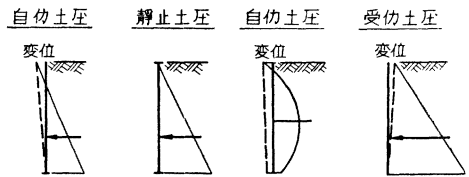
負の摩擦力を生ずるような地盤では上式の第 2 項について注意しないと基礎が過度の沈下を起すようになる。

### 9. 土圧

擁壁または締切工に働らく土圧はその回転、移動に従つて変化する。従つて土圧のとりかたも構造物の性質に応じて定める必要がある。

剛性に富む不動の壁体には静止土圧を考え、締切工に働らく土圧には放物線分布を採用する等は、特に注意を要する点である。

図-16 土圧



### 10. 結語

基礎工が破壊した例は数多くある。その原因を求めてみると事前における検討ないし知識の不足によると認められるものがきわめて多い。

土質力学も進歩して実際部門に関係する技術者に多大の知識を与えてくれることは事実である。しかし厳密に言えば構造力学のように精度の高い数値ではない。

複雑な地盤構造について理想化した仮定のもとに出発する計算数値が実際と異なることも当然であろう。

地盤の支持力分布についても土の塑性を考えると、実際の分布がどうなるか不明の点があり、また壁体側面にかかる土圧についても筆者の実験した土圧計による

計測数値は“土は活物”

すなわち安定するまでは大きく変動することが明らかになっている。

もちろん計測器具の誤差もあるうが、その解析についても不能である結果も出ている。

基礎工は、土質力学の工学的応用と経験にもとづく技術で、さらに今後の学問的進歩と経験の積重ねにより、一步一步前進しつつある、歴史のきわめて浅い工学部門であるといえよう。

× × ×