

I 仮設構造物の基礎

1. 工法選定のフロー

図 I.1 は、地耐力不足の地盤における工法選定の標準的なフローを示したものである。

第3章でも記述したとおり、仮設構造物の基礎の安全性は、工事に重大な影響を及ぼすので、調査項目、検討項目に不備のないようにする必要がある。

しかし、仮設構造物は多種、多様であり、重要度、現場条件その他の条件によっては必ずしも図 I.1 の全項目の検討は必要としない。

ねらいは必要最小限の検討で細部検討項目の工期、施工性、安全性、経済性を確保して、他への影響なしに施工することである。

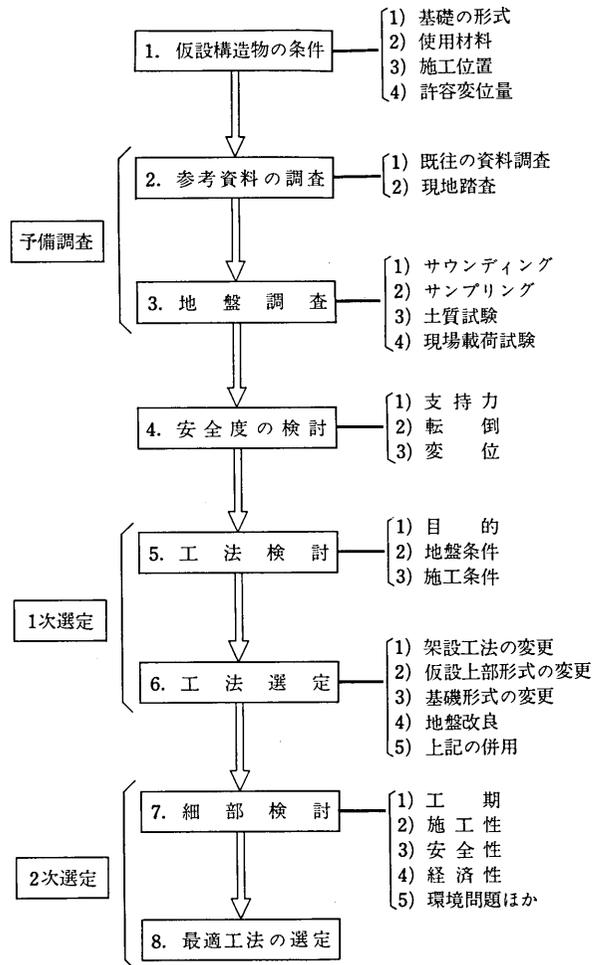


図 I.1 地耐力不足の地盤における工法選定のためのフロー

1.1 仮設構造物の条件

仮設構造物の形式は主として下記の項目により決定される。

- ① 本体構造物の種類，重要度，架設中の荷重の変化
- ② 本体構造物の架設方法，架設時期
- ③ 仮設構造物の施工位置の条件

【鋼構造架設設計指針】第2章 予備調査2.2 に示す項目であり，地形，運搬路，気象，水文，海象，基礎地盤，既存構造物，隣接構造物，環境等であるが，設計時には不明の項目が多い。

- ④ 仮設構造物の使用材料

①，②，④ により，本体構造物の架設中の許容変位量，仮設構造物の上部構造および基礎の許容変位量が定まる。

仮設構造物の施工に際して特に問題となるのは基礎地盤であり，さらに現地の条件によっては架設中の地耐力の変動も考えられる。

また，仮設構造物の工程によっては，基礎の形式が変更になる場合もあるため，明確な条件を設定する必要がある。

計画等においては，主として③の条件が不明の場合が多いため，標準的な仮設構造物の形式を決定し，予備調査へと作業を進める。

したがって，この項では，仮設構造物の構造，使用材料，許容変位量，施工位置等の設定となる。

1.2 参考資料の調査

1.2.1 既往の資料調査

仮設構造物を施工する周辺の既往の参考資料の調査で，主として前項の③に示した項目についてであり，一般に本体構造物の施工計画のための調査に含めて行う。

最も必要とするのは土質調査資料である。

これにより，仮設構造物の条件に対し地耐力不足の地盤であるかどうかの判定はある程度可能と考えられる。

しかし，原位置でない資料の場合が多く，定量的に把握することは困難であり，最終的な判断をすることには問題がある。

1.2.2 現地踏査

現地踏査は，既往の資料の確認，地盤調査の必要性の判定および前項の③に示した項目の調査である。

これらの調査は1.2.1と同じく本体構造物の施工計画に含めて行うべきものであり，既往の資料を携行することが必要である。また，必要に応じて，測量器具，簡易な土質調査器具，カメラ等も持参する。

現地踏査によって，地耐力不足の地盤と判断され，地盤調査が必要であれば調査を行うこととなる。

1.3 地盤調査

既往の資料，現地踏査等により，地耐力不足の地盤と判断され，対策が必要な場合に行う。

一般には次の調査を必要に応じて行う。

1.3.1 サウンディング

原位置試験として一般的なものであり、大別して、標準貫入試験コーン型貫入試験、静的貫入試験、ベーン試験、引抜試験等がある。

現在、わが国で行われているサウンディングの中で最も普及しており、さらにJISが制定されているのは標準貫入試験である。

標準貫入試験は、ボーリング孔を利用して行うサウンディングであるため、まず、仮設構造物の位置のボーリング箇所を決定する必要がある。標準貫入試験を行ったボーリング調査結果から判明する事項として、構成土質、 N 値および軟弱層の有無である。

さらに、 N 値から直接推定される項目の中で下記に示すものが後述する検討に必要と考えられる。

- ① 砂地盤上のフーチングの極限支持力
- ② 砂地盤の沈下から決定される許容地耐力
- ③ 地震時の砂の液状化
- ④ 粘性土地盤の許容支持力
- ⑤ 杭の鉛直支持力

1.3.2 サンプリング

サンプリングはその目的により、乱されない試料の採取方法と乱された試料の採取方法に分けられる。

前者は物理試験と力学試験、後者は物理試験を主目的として実施するものである。

軟弱地盤を対象とした土質調査では乱されない試料の採取が一般的であり、土質工学会では、固定ピストン式シンウォールサンプラーによる乱されない試料採取法の学会基準案を作成している。

1.3.3 土質試験

土質試験はサンプリングにより得られた材料を用いて行う室内試験であり、その目的により多くの種類がある。

基礎地盤に関連する土質試験には、土粒子の比重試験、自然含水比試験、相対密度、粒度試験、コンシステンシー試験、密度、透水試験、圧密試験、一軸圧縮試験、三軸圧縮試験等がある。

仮設構造物の基礎の検討として、サンプリングを行い、土質試験を行うかどうかは、仮設構造物の条件、サウンディングの結果等により決定することになると考えられる。

したがって、特別の場合以外は土質試験を行わない。

また、土質試験を行う場合においても、試験は主として圧密試験とされると考えられる。

1.3.4 現場載荷試験

載荷試験は直接その地盤について試験を行うという利点がある。

一般的には、載荷試験結果のみから地耐力を最終決定することには、土質の状況によっては問題となる場合もある。

試験の種類として、平板載荷試験、孔内水平載荷試験等があるが、前者が一般的である。

平板載荷試験の概要は次のとおりである。

- ① 載荷板：30×30 cm の正方形板、厚さは鉄製では2.5 cm
- ② ジャッキ：直結式または分離式オイルジャッキ
- ③ ダイアルゲージ：ストローク 20～30 mm、読み精度 1/100 mm

- ④ 反力ばり：I ビーム
- ⑤ 反力荷重：土砂，鋼材（鉄筋，レール，H 鋼等）
- ⑥ 試験地盤：仮設構造物の基礎施工位置

仮設構造物の基礎地盤まで掘削，自然状態とする。

- ⑦ 試験方法：一定速度で荷重を増していく方法と沈下速度が一定になるように荷重を上げていく方法とがある。

- ⑧ 試験結果の整理

平板載荷試験から許容地耐力を求めるには，

降伏荷重 $\times 1/2.0$

極限荷重 $\times 1/2.4$

のいずれか小さいほうを取る。

降伏荷重に対する数値解析には次の3つの方法がある。

1) $S-\log t$ 曲線法

縦軸に全沈下量 S ，横軸に各荷重ごとの載荷後の経過時間 t を対数目盛でとり，各荷重ごとにこれらの点を結び，これらの曲線群のうち，形状が直線から上向きに凹となるか，または急折する荷重段階を求め，これを降伏荷重とする。

2) $P-dS/d(\log t)$ 曲線法

縦軸に各荷重段階での載荷重一定時間（10分以上）後の勾配をとり，横軸に載荷重 P をとり，これらの点を結ぶと，直線が急に折れる点ができる。この点の P を降伏荷重とする。

3) $\log P-\log S$ 曲線法

縦軸に載荷重 P を対数目盛で，横軸に沈下量 S を対数目盛でとり，これらの点を結んでできる曲線の急折する点の P を降伏荷重とする。

地盤の状況によっては，上記の 1)，2)，3) の方法でも，降伏荷重が明確でないことがあるため，建築基礎構造設計基準では，一般的に砂地盤，粘性土地盤においても載荷幅の約 10% の沈下量（30 mm）以後はかなり急速に沈下量が増加することから，この沈下量を極限支持力を判断する一つの基準値としている。

基礎幅と沈下量の関係については次の式がある。

（基礎幅の 2 倍程度まで均一な砂層の場合）

$$\frac{S}{S_{30}} = \left(\frac{2B}{B+0.3} \right)^2 \quad (\text{cm})$$

（粘土地盤の場合）

$$S = S_{30} \times \frac{B}{B_{30}} \quad (\text{cm})$$

B_{30} ：30 cm 角載荷板の一辺の長さ（m）

B ：基礎スラブの短辺長さ（m）

S_{30} ：30 cm 角載荷板の沈下量（cm）

S ：基礎スラブの沈下量（cm）

1.4 安全度の検討

仮設構造物の基礎が、支持力、転倒、変位に対して安全であるかどうかを検討する。

『鋼構造架設設計指針』第6章 仮設構造物の設計では「仮設構造物の基礎の変位が上部構造、その他に重大な損傷を与える場合には、本体構造物の基礎と同等の設計を行わなければならない」と規定している。

検討項目は一般に次に示すものである。

- 1) 支持力に対して
 - ① 鉛直方向支持力に対する安定
 - ② 水平方向支持力に対する安定
 - ③ 基礎底面せん断抵抗に対する安定
- 2) 転 倒
 - ① 基礎に作用するモーメントに対する安定
- 3) 変 位
 - ① 鉛直方向の変位に対する安定……即時沈下，圧密沈下
 - ② 水平方向の変位に対する安定

1.5 工法検討

安全度の検討の結果、対策工法が必要と判断された場合、考えられる各種の工法について次の項目に関する検討を行う。

1) 目 的

その対策工法が目的に合ったものであるかどうか検討する。たとえば、沈下の抑制を目的とする場合と強度増加を目的とする場合では適用する工法が異なる。

2) 地盤条件

対策工法がその地盤に適したものであるかどうか検討する。

3) 施工条件

『鋼構造架設設計指針』第2章 予備調査に示す項目であり、地形、運搬路、気象、既存構造物、隣接構造物、環境等の調査および架設工事工程表に基づいて対策工法の適用性を検討する。

特に、他の構造物に与える影響については綿密な検討が必要と考えられる。

1.6 工法選定（一次選定）

1.5の工法検討により、次に示す工法のうち、2～3工法を選定し細部検討へと進める。

1) 架設工法の変更

仮設構造物の種類および位置を変更する目的で架設工法を再度検討する。

たとえば、仮設構造物にベントを計画した場合、条件によってはベントをなくしたり、スパンを小さくして数を増すなどである。

2) 仮設上部形式の変更

仮設構造物の上部構造の軽量化または作用荷重の減少を図り、基礎への荷重を減少させる方法と、地中へ

の応力が一様となるように、上部構造から基礎への荷重分布を検討し、上部構造を変更する方法が考えられる。

3) 基礎形式の変更

仮設建造物の上部構造の変更が困難な場合に検討する。

方法として次に示すものがある。

- ① 基礎の支持形式の変更……例 直接基礎→杭基礎
- ② 基礎の剛性の変更 ……例 独立基礎→ベタ基礎
- ③ 基礎の根入れ変更

4) 地盤改良

地盤改良はその原理により、締固め工法、強制圧密脱水工法、脱水工法、固結工法、置換工法等多くの工法がある。

ここでは、締固め工法、固結工法、置換工法等の検討でよいと考えられる。

5) 併用工法

地盤条件、施工条件等により、1)～4)の工法を適当に組合せた工法についても検討する。

一般的な併用工法は次のとおりである。

- ① 仮設建造物基礎の種類の変更＋地盤改良
- ② 仮設建造物基礎の位置の変更＋地盤改良
- ③ 仮設上部形式の変更＋基礎形式の変更
- ④ 仮設建造物基礎の根入れ変更＋地盤改良

1.7 細部検討（二次選定）

一次選定の結果、残った工法について、さらに次の項目について比較検討を行う。

1) 工期

一般に、仮設建造物の工事は架設工事の一部であり工期も短い。しかし、この工事の成否が架設工事の工程に影響するため、二次選定の重要項目となる。

2) 施工性

施工性は、現地の施工条件のもとで確実に施工が可能かどうか検討する。特に問題となるのは、市街地の場合は交通その他の規制条件、河川、斜面等地形の変化のある場合は気象条件等である。

3) 安全性

目的とする機能を有するかどうかの検討であり、使用材料および仮設建造物全体についての検討も含まれる。

4) 経済性

仮設建造物の基礎は、一般には、転用が困難であり、さらに対策工法によっては原形復旧の必要もある。したがって、工事費をできるだけ少なくすることが望ましい。

5) 環境問題

『鋼構造架設設計指針』第2章 予備調査の中の環境等の調査に規定する項目について検討する。

1.8 最適工法の選定

1.1～1.7の検討結果より、最終的に一工法を選定する。

2. 検討事例

前述のように仮設構造物は多種、多様であり、さらに、橋梁上部工の例では、架設工法によって仮設構造物の基礎の種類も異なる。

表 I.1 は、架設工法による調査、検討項目の一例を示したものである。

表 I.1 より、ベント基礎、鉄塔基礎においては 図 I.1 に示した項目の大部分は検討が必要であると考えられる。

次に代表的な例として、ベント基礎工法の検討例を示す。

2.1 仮設構造物の条件

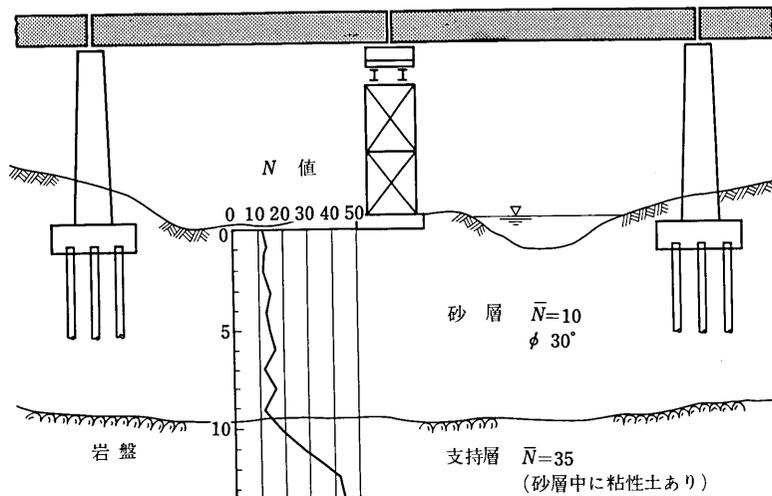


図 I.2

- ① 基礎の形式：ベタ基礎
- ② 使用材料：鋼製ベント+鉄筋コンクリート
- ③ 施工位置：河川敷で長期となる
- ④ ベント：許容変位量 30 mm とする。

2.2 参考資料の調査

下部工設計時の調査資料（サウンディング）より仮設構造物の位置の N 値および \bar{N} , ϕ を推定すると 図 I.2 のとおりである。

これより、破層は $\bar{N}=10$ であり、鉄筋コンクリートベタ基礎とした場合、地震時に問題も起る可能性もあ

表 I.1.1 架設工法による調査・検討項目一覧表

検討項目 調査項目 架設工法	仮設構造物の基礎の種類		支持杭の有無	仮設構造物の基礎形式	仮設構造物の条件								調査				安全度の検討				その他				
	1	2			本体構造物の種類	本体構造物の重要度	架設中の荷重変化	本体構造物の架設時期	本体構造物の施工位置	仮設構造物の施工時期	仮設構造物の施工位置	仮設構造物の使用材料	既往の資料調査	現地踏査	サウンディング	土質試験	現場載荷試験	支持力の検討	転倒の検討	変位の検討	外的要因による耐力の変化	仮設構造物の基礎の撤去	基礎工における工期安全経路性	環境への影響	
トラッククレーンによる架設	1	基礎地盤	なし	鉄板またはサンドル											△	○			○						
	2	橋基礎	あり(H杭)	H杭で直接支持する												○				○					○
トラッククレーン	1	基礎地盤	なし	鉄板またはサンドル											△										
	2	橋基礎	あり(H杭)	H杭で直接支持する												○				○					○
ベント併用架設	3	ベント基礎	あり	H杭で直接支持する 鉄筋コンクリート+H杭											△					○					○
			なし	鉄板, サンドル 鉄筋コンクリート												○				○					○
ケーブアルクレーンによる架設	1	鉄塔基礎	あり	鉄筋コンクリート+H杭											△					○					○
	2	アンカーブロック	なし	鉄筋コンクリート												○				○					○
ケーブアル式工法	1	鉄塔基礎	あり	鉄筋コンクリート+H杭											△					○					○
	2	アンカーブロック	なし	鉄筋コンクリート												○				○					○
トラベラークレーンベント併用架設	1	ベント基礎	あり	H杭で直接支持する 鉄筋コンクリート+H杭											△					○					○
			なし	鉄板, サンドル 鉄筋コンクリート												○				○					○

○：必要と考えられる項目 △：必要に応じて行う項目

る。

次に、現地踏査の結果に基づいて作成した地盤状況は、図 I.2 のとおりである。

現地調査より、当初推定した N 値を現地盤の N 値に差がないと考えられるため、原位置試験（現場載荷試験）によって許容地耐力を確認することとした。

2.3 現場載荷試験

現場載荷試験の結果を $\log P - \log S$ 曲線で示すと 図 I.3 のとおりであった。

図 I.3 より、急折点は $P=24 \text{ t/m}^2$ の箇所である。したがって、許容地耐力 q_a は、

$$q_a = \frac{P}{2} = \frac{1}{2} \times 24 = 12 \text{ t/m}^2$$

また、鉛直方向地盤力係数 k_v は、

$$k_v = \frac{\text{荷重強さ}}{\text{沈下量}} = \frac{10 \text{ t/m}^2}{1 \text{ cm}} = 1 \text{ kg/cm}^3$$

次に、安全度の検討を行う。

なお、鋼製ベントの応力検討は省略する。

鉄筋コンクリート基礎の大きさは $5.0 \text{ m} \times 4.0 \text{ m} \times 0.6 \text{ m}$ とする。

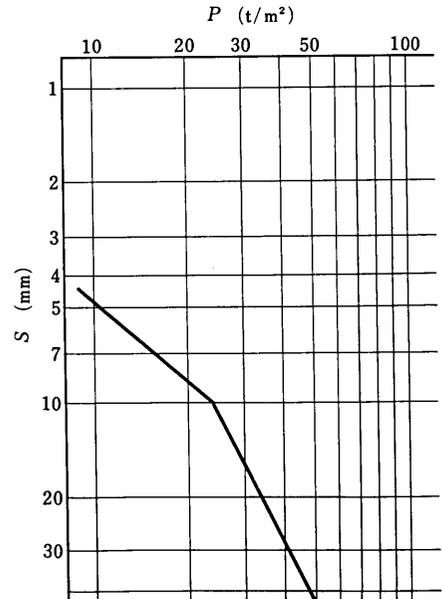


図 I.3

2.4 ベント基礎安全度の検討

震度を 0.1 と仮定する。

$$N_A = 160 \text{ t}$$

$$H_A = 0.1 N_A = 16 \text{ t}$$

$$N_B = 25 \text{ t}$$

$$H_B = 0.1 N_B = 2.5 \text{ t}$$

$$N_C = 5 \times 4 \times 0.6 \times 2.5 = 30 \text{ t}$$

$$b = 5 \text{ m}$$

$$d = 4 \text{ m}$$

N_A : 上部工反力

H_A : 上部工地震時水平力

N_B : ベント自重

H_B : ベント部地震時水平力

N_C : 基礎コンクリート自重

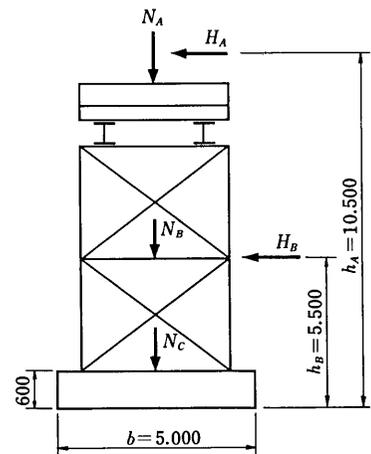


図 I.4

(1) 鉛直支持力の検討（常時）

$$\begin{aligned} \text{鉛直荷重} \quad \Sigma N &= N_A + N_B + N_C \\ &= 160 + 25 + 30 = 215 \text{ t} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{鉛直地盤反力} \quad q &= \frac{\Sigma N}{bd} \\ &= \frac{215}{5 \times 4} = 10.7 \text{ t/m}^2 < q_a = 12 \text{ t/m}^2 \dots\dots\dots \text{OK} \end{aligned}$$

(2) 鉛直支持力の検討 (地震時)

基礎中点に関するモーメント

$$\begin{aligned} \Sigma M &= H_A h_A + H_B h_B \\ &= 16 \times 10.5 + 2.5 \times 5.5 = 181.7 \text{ t}\cdot\text{m} \end{aligned}$$

$$e = \frac{\Sigma M}{\Sigma N} = \frac{181.7}{215} = 0.85 \text{ m} < \frac{5}{3} = 1.7 \text{ m} \dots\dots\dots \text{OK}$$

$$\begin{aligned} \text{鉛直地盤反力} \quad q &= \frac{\Sigma N}{bd} \left(1 + \frac{6e}{b} \right) \\ &= \frac{215}{5 \times 4} \left(1 + \frac{6 \times 0.85}{5} \right) \\ &= 21.7 \text{ t/m}^2 > q_a = 18.0 \text{ t/m}^2 \dots\dots\dots \text{NO} \end{aligned}$$

これらの結果より、現状のままでは、地震時に問題があるため、工法検討を行う。

2.5 工法検討

安全度の検討の結果、当初設定した基礎の大きさでは、地震時に地耐力不足となる可能性があるため、対策工法を検討する。

検討結果を一覧表にすると次のとおりである。

表 I.2

対策工法の種類	支持力増の目的	地盤との適合性	施工条件
架設工法の変更	————	————	変更できない
仮設上部形式の変更	————	————	変更できない
基礎形式の変更	目的に適合している	地盤に適合している	施工可能 撤去可能
地盤改良	目的に適合している	地盤に適合している	施工可能 撤去に問題あり
併用工法 例： 基礎の種類の変更+地盤改良	目的に適合している	地盤に適合している	施工可能 工種が増す

2.6 工法選定 (一次選定)

2.5で行った工法検討の結果、基礎形式の変更が適しているとの結論となったので、これについて細部検討を行う。

基礎形式は、当初、鉄筋コンクリートベタ基礎であった。

基礎形式の変更として考えられるのは次のとおりである。

- ① 基礎を拡大して支持面積を大きくする。
- ② 基礎の大きさはそのまま支持杭を追加する。
- ③ 基礎の根入れを変更する。
- ④ 鉄筋コンクリート基礎をなくして杭直接支持とする。

以上の4案のうち、②については、2.4より、地震時の鉛直地盤反力と許容地耐力との差が12%程度であるため、過剰品質となる可能性がある。

また、③については、現地盤より1～2 m程度の箇所にN値20以上の砂層がないため難しい。

したがって、一次選定として①、④を選定し、安定度の検討を行う。

〈対策検討一〉 基礎面積を拡大する

$b=6.0\text{ m}$ として基礎の検討を行う。

$$N_A = 160\text{ t}$$

$$H_A = 0.1 N_A = 16\text{ t}$$

$$N_B = 25\text{ t}$$

$$H_B = 0.1 N_B = 2.5\text{ t}$$

$$N'_C = 6 \times 4 \times 0.6 \times 2.5 = 36\text{ t}$$

$$b' = 6\text{ m}$$

$$d = 4\text{ m}$$

(1) 鉛直支持力の検討 (常時)

$$\begin{aligned} \text{鉛直荷重} \quad \Sigma N' &= N_A + N_B + N'_C \\ &= 160 + 25 + 36 = 221\text{ t} \end{aligned}$$

$$\text{鉛直地盤反力} \quad q = \frac{\Sigma N'}{bd}$$

$$= \frac{221}{6 \times 4} = 9.2\text{ t/m}^2 < q_a = 12\text{ t/m}^2 \dots\dots\dots\text{OK}$$

(2) 鉛直支持力の検討 (地震時)

基礎中点に関するモーメント

$$\begin{aligned} \Sigma M &= H_A h_A + H_B h_B \\ &= 16 \times 10.5 + 2.5 \times 5.5 = 181.7\text{ t}\cdot\text{m} \end{aligned}$$

$$e = \frac{\Sigma M}{\Sigma N'} = \frac{181.7}{221} = 0.82\text{ m} < \frac{b'}{3} = 2.00\text{ m} \dots\dots\dots\text{OK}$$

$$\text{鉛直地盤反力} \quad q = \frac{\Sigma M}{b'd} \left(1 + \frac{6e}{b'} \right)$$

$$= \frac{221}{6 \times 4} \left(1 + \frac{6 \times 0.82}{6} \right)$$

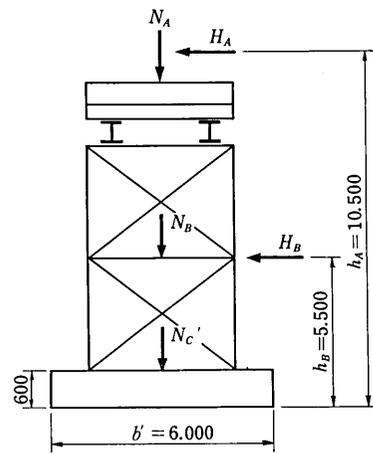


図 I.5

$$= 16.7 \text{ t/m}^2 < q_a = 18.0 \text{ t/m}^2 \dots\dots\dots\text{OK}$$

(3) 水平支持力の検討 (地震時)

$$\text{水平力} \quad \Sigma H = H_A + H_B = 16 + 2.5 = 18.5 \text{ t}$$

$$\begin{aligned} \text{水平抵抗} \quad H_R &= CA' + (\Sigma N') \tan \phi \\ &= 0 + 221 \times \tan 30^\circ = 127.5 \text{ t} \end{aligned}$$

$$\text{安全率} \quad F_s = \frac{H_R}{\Sigma H} = \frac{127.5}{18.5} = 6.9 > 1.2 \dots\dots\dots\text{OK}$$

(『道路橋示方書・同解説』I.IV, p.191, 6.3.5 参照)

(4) 鉛直方向変位量の検討 (常時)

上部工の条件より, ベント基礎の許容鉛直変位 S_{av} は 30 mm である.

また, 鉛直方向地震反力係数 $k_v = 1.0 \text{ kg/cm}^3$ である.

したがって, 基礎の鉛直変位 δ_v は,

$$\delta_v = \frac{1}{k_v} \cdot \frac{\Sigma N'}{b'd} = \frac{1}{1.0} \times \frac{221 \times 10^3}{600 \times 400} = 0.9 \text{ cm} < \delta_{av} = 3 \text{ cm} \dots\dots\dots\text{OK}$$

(5) 水平方向変位量の検討 (地震時)

$$\text{水平方向のせん断ばね定数} k_s = \frac{1}{4} k_v = 0.25 \text{ kg/cm}^3$$

したがって, 基礎の水平方向変位 δ_H は

$$\delta_H = \frac{1}{k_s} \cdot \frac{\Sigma H}{b'd} = \frac{1}{0.25} \times \frac{18.5 \times 10^3}{600 \times 400} = 0.32 \text{ cm} < \delta_{ah} = 1.5 \text{ cm} \dots\dots\dots\text{OK}$$

(4), (5) については, 『道路橋示方書・同解説』I.IV, pp.196~199 参照.

これらの結果より, 基礎コンクリートの幅を 5 m から 6 m とすれば条件を満足することがわかった.

次に, 基礎コンクリートをなくして H 杭直接支持とした場合について検討する.

〈対策検討一 2〉 H 杭で直接支持する

$$N_A = 160 \text{ t}$$

$$H_A = 0.1 \times N_A = 16 \text{ t}$$

$$N_B = 25 \text{ t}$$

$$H_B = 0.1 \times N_B = 2.5 \text{ t}$$

H 杭の検討は, 『道路橋示方書・同解説』I.IV, 8.4 くの許容支持力, pp.264~273, p.305 に従って行った.

(1) 鉛直支持力 (常時)

H 杭は支持層 ($N \geq 30$) へ 2 m (杭径 1.5 倍以上) 貫入させることとする.

地盤から決まる杭の極限支持力 R_u は

$$R_u = q_d \cdot A + U \Sigma l_i f_i$$

A : 杭先端面積 (m^2)

q_d : 杭先端で支持する単位面積当りの極限支持力度 (t/m^2)

U : 杭の周長 (m)

l_i : 周面摩擦力を考慮する層の層厚 (m)

f_i : 周面摩擦力を考慮する層の最大周面摩擦応力度 (t/m²)

$$R_u = 30 \times 35 \times 0.35^2 + 0.35 \times 4 \times 9 \times 3.0 = 128.6 + 37.8 = 166.4 \text{ t}$$

許容支持力 R_a は、『鋼構造架設計指針』4.2 安全率の標準より安全率を 2.4 とすれば、

$$R_a = \frac{1}{2.4} R_u = \frac{1}{2.4} \times 166.4 = 69.3 \text{ t}$$

H 杭 1 本当りの作用力 P_v は、

$$P_v = \frac{\Sigma N}{n} = \frac{160 + 25}{4} = 46.2 \text{ t} < R_a = 69.3 \text{ t} \dots\dots\text{OK}$$

(2) 鉛直支持力 (地震時)

許容支持力 R'_a は

$$R'_a = \frac{1}{1.6} R_u = \frac{1}{1.6} \times 166.4 = 104 \text{ t}$$

H 杭 1 本当りの作用力 P'_v は

$$P'_v = \frac{\Sigma N}{n} \pm \frac{(\Sigma N) \cdot e}{\Sigma X_i^2} \cdot X_i = \frac{185}{4} \pm \frac{185 \times 0.82}{2.5^2 \times 4} \times 2.5 = 46.2 \pm 15.2 = 61.4 \text{ or } 31.0 < R'_a = 104 \text{ t} \dots\dots\text{OK}$$

(3) 水平変位量 (地震時)

水平方向地盤反力係数 k は

$$k = k_0 y^{-1/2}$$

$$k_0 = \alpha E_0 D^{-3/4}$$

k_0 : 設計地盤面の変位量を 1 cm としたときの地盤反力係数 (kg/cm³)

E_0 : 地盤の変形係数 (kg/cm³)

($E_0 = 28 \text{ N}$, $\alpha = 0.2$) (『道路橋示方書・同解説』I.IV, p. 273, 表-解 8.4.4)

E_0 : 杭径 (cm)

y : 常時の基準変位量 (cm) — 設計地盤面

$$k = 0.2 \times 28 \times 15 \times (35)^{-3/4} \times 1.5^{-1/2}$$

$$= 0.2 \times 28 \times 15 \times \frac{1}{14.38} \times \frac{1}{1.22} \doteq 4.8 \text{ kg/cm}^3$$

杭の特性値 β は

$$\beta = \sqrt[4]{\frac{kD}{4EI}}$$

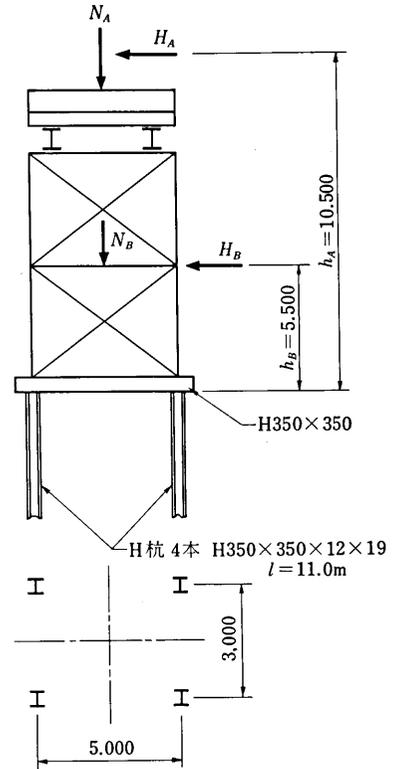


図 I.6

EI : 杭の曲げ剛性 ($\text{kg}\cdot\text{cm}^2$)

$$\beta = \sqrt[4]{\frac{4.8 \times 35}{4 \times 2.1 \times 10^6 \times 13\,600}} = 6.2 \times 10^{-3} \text{ cm}^{-1}$$

杭頭水平変位量 δ_h は

$$\delta_h = \frac{H}{2 EI \beta^3} \quad (\text{『道路橋示方書・同解説』 I.IV, p. 305 b})$$

H : 杭軸直角方向力 (kg)

$$\delta_h = \frac{(18.5 \times 10^3) \div 4}{2 \times 2.1 \times 10^6 \times 13\,600 \times (6.2 \times 10^{-3})^3} = 0.34 \text{ cm} < \delta_{ah} = 1.5 \text{ cm} \dots\dots\dots\text{OK}$$

(4) 杭体の応力 (地震時)

H 杭の最大曲げモーメント M_{\max} は

$$M_{\max} = 0.3224 \frac{H}{\beta} \quad (\text{『道路橋示方書・同解説』 I.IV, p. 305 h})$$

$$M_{\max} = 0.3224 \times \frac{4.63 \times 10^3}{6.2 \times 10^{-3}} = 2.4 \times 10^5 \text{ kg}\cdot\text{cm}$$

$$\sigma_{\max} = \frac{P'_v}{A} + \frac{M_{\max}}{Z}$$

A : H 杭の断面積 (cm^2)

Z : H 杭の断面係数 (cm^3)

$$\sigma_{\max} = \frac{61.4 \times 10^{-3}}{173.9} + \frac{2.4 \times 10^5}{776} = 353 + 309 = 662 \text{ kg/cm}^2 < \sigma_a = 2\,100 \text{ kg/cm}^2 \dots\dots\dots\text{OK}$$

2.7 細部検討 (二次選定)

2.6 で選定した, 基礎の拡大, H 杭で直接支持する場合の 2 つの対策工法について細部検討を行う. その結果は表 I.3 のとおりである.

検討の結果, H 杭で直接支持する工法が有利である.

表 I .3

検討項目	基礎を拡大する	H杭で直接支持する
工期	特に問題なし	特に問題なし
施工性	<ul style="list-style-type: none"> 河川敷でも施工可能 気象条件により施工不能となる（降雨期）。 近くに生コンプラントがない場合は施工性が悪い。 H杭で直接支持する場合ほど施工精度は必要としない。 	<ul style="list-style-type: none"> 河川敷でも施工可能 気象条件により施工不能となる（降雨時）。 直接支持するため施工精度が問題となる。
安全性	<ul style="list-style-type: none"> 仮設構造物全体としても機能性には問題なし。 降雨時の流水による地耐力の変化防止の対策を必要とする。 	<ul style="list-style-type: none"> 仮設構造物全体としても機能性には問題なし。 仮設構造物全体としての組立精度管理が特に重要である。 地耐力の変化に対しては直接影響しない。
経済性	<ul style="list-style-type: none"> 原形復旧が必要であり、基礎コンクリートを撤去するが処分地が現場より遠いと撤去費が増す。 	<ul style="list-style-type: none"> 現場に重機が搬入できれば撤去についても問題なくH杭も転用可能 原形復旧が容易である。
	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;"> 基礎鉄筋 基礎型わく 基礎コンクリート 基礎取りこわし 基礎処分 </div>	工 事 費 比 較
環境問題他	<ul style="list-style-type: none"> コンクリート施工中および撤去中の河川敷水の汚染について注意が必要 運搬路についての問題 	<ul style="list-style-type: none"> 特に問題なし 運搬路についての問題
総合判定	○	◎