

中国庭園整備事業における軟弱地盤対策

鳥取県 正員 ○清水 丈二

1. はじめに

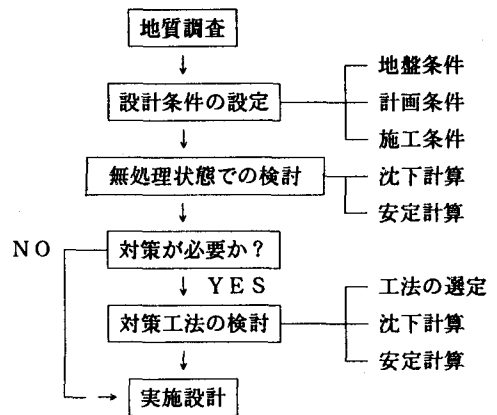
本事業は鳥取県と中国河北省の友好提携5周年を記念し、本県の山紫水明の美しい自然を活用しながら、広く県民が中国の景観、文化等にふれあい、親しむことのできる施設として、また、両県省の友好交流の拠点施設として整備するものである。

本事例は中国庭園が東郷湖に隣接した軟弱地盤上に建設されることから、様々な制約条件のもとで地盤改良工事の必要性や工法について検討したものである。

2. 軟弱地盤対策工法の検討

(1) 対策工法の検討フロー

対策工法の検討の作業手順を右図に示す。



(2) 地質調査

計画区域内で4カ所、盛土の影響のない湖中で1カ所のボーリング調査を実施した。この結果、基礎地盤は既設盛土及び上部砂質土を除き、軟弱な粘性土が9m程度推積しており、上載荷重による圧密沈下が発生することが考えらる。

(3) 設計条件の設定

① 計画盛土の上載土荷重

・計画盛土には石材3000tonが含まれるため、単位体積重量を 2.00 tf/m^3 とし、沈下計算における上載土荷重は平均計画高さから平面区分し、平面荷重載荷条件とする。

② 既設盛土の検討結果

・既設盛土荷重による沈下は進行中であり、残留沈下量を推移した。盛土期間は平成3年1月から4年3月まで2回に分けて盛土されたが、この間を一律漸増荷重として沈下計算を行った結果、平成5年5月時点での圧密度は80%、残留沈下量は13cmであった。

(4) 無処理状態での検討

① 圧密沈下に対する検討

計画区域における沈下は現在も進行中であり、実施計画に基づく今後の沈下量は次式で表される。

$$\Sigma S_f = (\text{新規盛土による沈下量}) - (\text{既設盛土による沈下量}) + (\text{既設盛土の残留沈下量})$$

さらに、計画地盤高さを確保するための余盛り量を考慮して今後の沈下量を求めると築山部では圧密沈下量は135cm(沈下時間 $t_{90}=6.2$ 年)、一般部では54cm(沈下時間 $t_{90}=3.7$ 年)となり、事業期間内には圧密沈下は完了しないため、何らかの対策が必要となる。

② すべり破壊に対する検討

最も危険となる東郷湖側への安全性に対する計算結果は、

$$\text{最小安全率 } F_{smin} = 0.653 < 1.20$$

となり、無処理では所要安全率を確保できない。よって、何らかの対策が必要となる。

(5) 対策工法の検討

①対策工法の選定

一般に軟弱地盤対策工法は多種多様であるが、現地の立地条件や施工期間、計画構造物の規模、形状などを考慮すると、計画可能な工法は限定されてくる。本計画における選定条件には、

(Ⅰ) 事業の完成が平成7年6月であるため、軟弱地盤対策工事を平成5年12月までに完了すること。

(Ⅱ) 築山頂部には建築物があるため、不等沈下、変形は許されない。

などがあり、これら条件から工法を選定すると、築山等の主要部では即効性の高い迎止工法によるざるを得ないため、固結工法、構造物による工法などが考えられる。

②対策工法の決定

計画区域を載荷荷重の差から分類すると、築山区域、一般盛土区域、池区域の3つに分けられるため、各区域における対策工法を上記選定条件のほか、事業費等を考慮して次の工法を採用することとした。

(Ⅰ) 深層混合処理工法

築山部は盛土規模が大きいため、安定性及び不等沈下を防止する目的で採用する。

(Ⅱ) パーチカルドレン工法

一般盛土部は、計画期間中の放置期間だけではサーチャージ量が大きくなること、不等沈下あるいは二次圧密等を防止することを目的にパーチカルドレン工法を採用し、サーチャージ工法を併用する。

(Ⅲ) サーチャージ工法

庭園中央部は掘込み式の池であり、計画荷重が一般盛土部より軽減されることから、サーチャージ工法を採用することにより放置期間中に圧密沈下は完了する。

(6) 各対策工法の設計概要

①深層混合処理工法

本工法の設計上の検討事項として、沈下対策（許容残留沈下量 $\Delta S \leq 10\text{ cm}$ ）、安定対策（すべり破壊に対する安全率 $F_s > 1.20$ ）、改良範囲の検討、杭体としての検討（ $F_s > 1.0$ ）などがあり、これら検討結果から、設計基準強度及び改良率を決定した。

築山部（設計基準強度； 4.0 kgf/cm^2 、改良率； $50 \sim 60\%$ ）

一般盛土部（設計基準強度； 2.0 kgf/cm^2 、改良率； 35% ）

②パーチカルドレン工法＋サーチャージ工法

サンドドレン：径 400 mm ドレンピッチ：口 $2.6\text{ m} \times 2.6\text{ m}$

盛土高： 3.5 m 放置期間：5ヶ月

目標沈下量： 35 cm

③サーチャージ工法

盛土高： 2.0 m 放置期間：9ヶ月

目標沈下量： 19 cm

4. おわりに

本事業における軟弱地盤対策工法についての検討結果について述べたましたが、地盤改良期間がおよそ半年しかないという非常に厳しい制約条件のため、深層混合処理工法という工費のかかる工法を採用せざるを得ませんでした。また、サーチャージ工法においても短期間で必要沈下量を達成させるため、動態観測と理論沈下の比較は必要なことであります。最後に、本事業はすでに地盤改良工事を完成させ、沈下量についても目標沈下量に達したため、現在は造園及び建築工事に着手しているところであります。