

VI-4 軟弱地盤における構造物周辺の安定化対策について

北海道開発局土木試験所 ○正員 瀬川 明久 正員 渡辺 和好

まえがき

軟弱地盤に設置した管渠等構造物の周辺土層には、構造物と周辺地盤の沈下量の差違、いわゆる不同沈下に起因する空洞、クラック、ゆるみ等が発生する場合があります、この状態は構造物の機能と安定性を大きく損い、また漏水の原因となるものである。本報告は、これらの被害や損傷の実態を調査分析し、調査方法や対策工のあり方について検討したものである。

1. 調査方法

構造物の損傷や土層の乱れの把握は、外観観察、サウンディング、ボーリング、土質試験および開削調査により行った。土層の乱れや空洞等の調査には、土層強度を連続して測定する方法が有利であり、構造物直下の空洞調査は、底版または捨コンの張り出し部を打ち抜くボーリングを利用する方法が良い結果を得た。測定ポイントは、土層の乱れの範囲が構造物周辺の比較的狭い範囲に強く現われるので10～30cm間隔で設定した。

2. 被害の実態

(1) 被害種別と件数

改築に伴う構造物が調査対象となったため表-1に示すように損傷等の多い事例となった。変状は、躯体や接合部における不同沈下、クラック等が多く見られ、土の部分では、不同沈下に起因する変状が多く見られた。

コンクリート部の変状				盛土部および地盤の変状			
被害種別	軟弱地盤	透水性地盤	計	被害種別	軟弱地盤	透水性地盤	計
不同沈下	21	0	21	空洞化	19	1	20
躯体クラック	13	0	13	ゆるみの形成	24	1	25
継手開口損傷	8	1	9	不同沈下	18	2	20
捨コン剥落	8	0	8	陥没	5	1	6
鋼管・埋管・高圧などとの接合部変状	15	4	19				
鋼管クラック	21	2	23				

(継手のある構造物は24件である) 調査ヶ所数 32件(軟弱地盤～27件、透水性地盤～5件)

表-2 基礎支持型式との構造物の不同沈下

基礎型式	地盤条件		不同沈下した件数	
	軟弱地盤	透水性地盤	軟弱地盤	透水性地盤
支持グイ	9	4	7	0
マサツグイ	18	0	13	0
グイなし	0	1	0	0
計	27	5	20	0

(2) 基礎支持型式

支持層に達していない木グイ基礎をマサツグイとして構造物の不同沈下状況を見ると、7割以上の構造物に不同沈下が発生していた。鋼管やコンクリートグイによる支持型式では、10cm以下の沈下量であった。

(3) 地盤条件と空洞・ゆるみの発生

地盤支持力を q_c 値で代表させ、施工前の地盤支持力(圧密前)と調査時点(圧密後)の地盤支持力と空洞化やゆるみの関係を図-1に示した。本図から空洞化やゆるみの発生範囲が概略判断可能であり、両者共、圧密前の q_c 値は $10\text{kg}/\text{cm}^2$ 以下が多く、圧密後は $3\sim 15\text{kg}/\text{cm}^2$ の範囲が多かった。

(4) 最大盛高と空洞・ゆるみの発生

構造物直上の盛土は、ほとんど沈下しないものとし、圧密沈下は、埋戻し土部分を含む最大盛高に影響されるものと考えて空洞・ゆるみの

発生を見たのが図-2である。この図からは、空洞化とゆるみ化の範囲を明確に区分できないが、 q_c 値で $10\text{kg}/\text{cm}^2$ 以下の地盤に変状の発生が多く見られることが判断できる。

また、地盤条件と構造物の損傷の関係を分析した結果も同様の傾向であった。

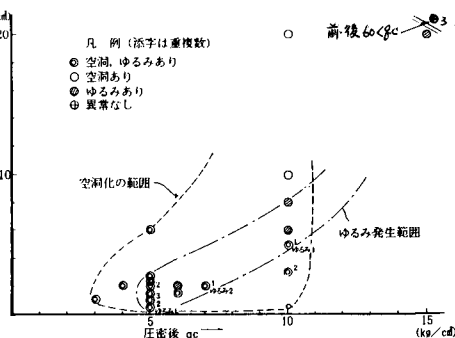


図-1 地盤条件と空洞、ゆるみの発生の関係

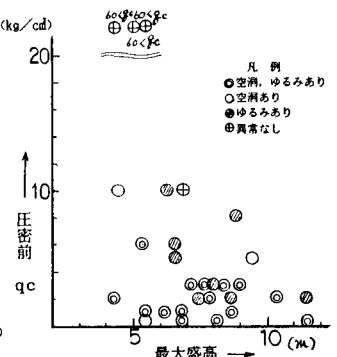


図-2 最大盛高と空洞、ゆるみの発生の関係

3. 土層の乱れの機構

現地実態調査の結果から、不同沈下の影響による土層の乱れの機構を図-3で見ると

- (1) 沈下量は、構造物で0～1 m、周辺地盤で0.3～1.2 mであるが、構造物は3ヶ所を除くと0.1 m以下であった。
- (2) a) 領域には不同沈下の影響が強く現われ、構造物側面に添ってセン断力の発生と沈下に伴う引張り力の発生が考えられ、この領域にクラックやゆるみが形成される場合が多い。
- (3) b) 領域には、周辺地盤の沈下による引張り力が作用し、天端にクラックが入る場合があり、比較的盛高の大きい場合が多い。
- (4) c) 領域は、不同沈下による空洞化が発生し易い部分である。
- (5) d) は、構造物側面より張り出している捨コン部分が、沈下土圧により構造物底版より剥落する状態を示し、これによる空隙が水みちとなる場合もあった。

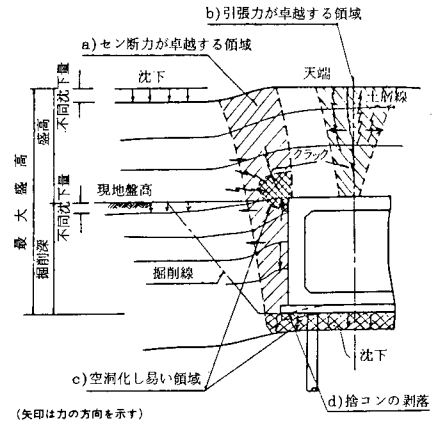


図-3 構造物周辺土層変状推定図

以上の土層の乱れの他、不同沈下によって構造物自体の不同沈下、クラックその他の損傷が多く見られた。

4. 安定化対策

軟弱地盤に設置する構造物周辺地盤の長期安定化の基本は、不同沈下対策と漏水対策である。尚、基礎支持方式は、構造物支持の信頼性が高く、施工管理し易く、実績からも損傷の少い支持グイ方式で検討している。

(1) 対策工の考え方

不同沈下と漏水の防止という観点から安定化対策を考えると、表-3に示す通り①設計計画に基本的な考慮すべき対策 ②外的圧力に対する安全度向上策 ③被害の軽減化対策 ④変状の早期発見と補修対策など総合的な施策により、長期安定化計画を検討する必要がある。

(2) 対策工の目的と工法

本対策は現場条件、対策の目的、期待する効果、監視や管理補修体制等によって多様に選択できるが、基本的な目的と工法の関係は表-3に示す通りであり、①軟弱地盤は、残留沈下量が最小となる対策を行う ②浸透水による強度低下や漏水対策として、地表面や構造物との

表-3 対策工の目的と工法

対策区分	現場条件等	対策の主目的	対策工
基本的に考慮すべき対策	軟弱地盤	圧密沈下量を小さくする	プレローディング 地盤改良による強化 置換
外的圧力に対する安全度の向上策	降雨や洪水による浸透水の作用	堤防や地盤の透水化 構造物との接合部の透水化	漏水遮断 天端、法面の装工 表面安定処理 表面設置盛土 地表面排水の強化
被害の軽減化対策	未確認の漏水層や空洞の発生	漏水層や空洞による水みちの遮断	漏水矢板工法 地中連続壁工法 その他の透水工法
構造物の監視、補修体制の整備	維持管理	構造物の損傷 周辺地盤の変状の早期発見	調査孔の設置 各種の監視装置の設置 監視補修体制整備

接合部付近の難透水化対策を行う ③自然発生的に形成された未確認のゆるみや空洞による浸透水の疎通を防止するための遮断対策を行う ④異常の早期発見と早期補修を行う などの諸対策と工法が有機的に機能し、所要の目的と効果を達成するよう十分な配慮が必要である。

5. 遮水矢板の設計と考え方

漏水を考慮する場合の遮水矢板の設計は、従来構造物の底面についてクリープ比により算定しているが、同様の浸透水圧は大小の差こそあれ構造物全周に作用すると考えられ、また被害実態調査結果からも裏付けられたので、側面や上面についても遮水矢板を設置する必要がある。

あ と が き

軟弱地盤の構造物周辺安定化対策と方向について簡単にポイントのみを整理した。今後は2次対策としてのグラウト工法、開削置換工法、長期管理のあり方および構造物設計時の安定化検討事項等について更に調査し、総合的に体系化された安定化対策を検討する方針である。