

## 民地が近接する既設護岸の浸透固化処理工法による液状化対策

中日本建設コンサルタント 正会員 森山 公平 正会員 平野 修

### 1. まえがき

阪神大震災以降、港湾施設における液状化対策として、様々な地盤改良による対策が進められている。今回対象となった既設護岸の背後には、民地が近接していた。このことから、騒音・振動をはじめ多くの制約条件を受けた中で、既設護岸の液状化対策を行う必要があった。そこで、本論文では制約条件に配慮した上で、既設護岸直下の地盤まで直接補強できる浸透固化処理工法を採用した補強対策について報告を行う。

### 2. 施工箇所における制約要件

当該箇所では、大きく以下の3つの制約を受けた中で液状化対策を行う必要があった。

制約条件の1つ目は、既設護岸前面に位置する船舶航路への支障を避ける〔海上部における施工範囲の制約〕。2つ目は、既設護岸背後にある民地への騒音・振動の抑制および狭隘な箇所での施工〔陸上部における環境面および施工範囲の制約〕。3つ目は、既設護岸直近の施工による地盤変位の抑制〔既設構造物への制約〕である。各種工法との比較検討の結果、浸透固化処理工法による対策工法を採用した。

### 3. 液状化対策改良範囲の設計

#### (1) 液状化層の判定

土質条件は、土質調査結果をもとに設定した（表-1）。液状化の判定は、「粒度・N値による方法」および「繰返し三軸試験結果に基づく方法」により行った。この結果、地震時において液状化の可能性が高いBs層およびAs層に対して液状化対策を図るものとした。

表 - 1 各層別の土質条件一覧

| 土層  | 平均 N 値 | (kN/m <sup>3</sup> ) | (kN/m <sup>3</sup> ) | C (kN/m <sup>2</sup> ) | qu (kN/m <sup>2</sup> ) |
|-----|--------|----------------------|----------------------|------------------------|-------------------------|
| Bs  | 3.0    | 18.0                 | 10.0                 | -                      | -                       |
| Ac1 | 0.0    | 17.1                 | 7.10                 | -                      | 5.00                    |
| As  | 5.9    | 18.0                 | 10.0                 | 28.4                   | -                       |
| Ac2 | 0.0    | 15.6                 | 5.60                 | -                      | 8.80                    |
| Ds1 | 24.4   | 18.0                 | 10.0                 | 37.1                   | -                       |

#### (2) 既設護岸の安定検討

既設護岸全体系の安定検討は、円弧すべり計算により行った。この結果を表-2に示す。許容安全率は下記のとおりとした。

- ・常時：Fs 1.30
- ・液状化時：Fs 1.00

液状化時において、いづれの検討断面においても許容安全率を満足しない結果となり、液状化時には既設護岸が壊滅的な被害を受けると判断できる結果となった。このため、これら液状化層に対して浸透固化処理工法による改良を行うこととした。

表 - 2 安定計算結果（現況）

| 断面    | 現況(未対策時)安全率 |      |
|-------|-------------|------|
|       | 常時          | 液状化時 |
| 検討断面1 | 1.59        | 0.37 |
| 検討断面2 | 1.48        | 0.14 |

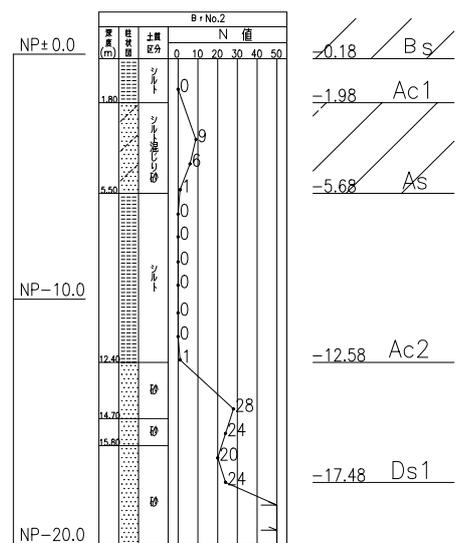


図 - 1 地層構成（検討断面1付近）

キーワード：液状化対策，浸透固化処理工法，既設護岸，円弧すべり  
 連絡先 〒460-0003 名古屋市中区錦1丁目8番6号 TEL：052-232-6033 FAX：052-221-7831

(3)改良範囲の設計

当該箇所における改良範囲として、改良深度方向に対しては、前述の結果から地下水位面以下におけるBs層およびAs層を対象とした。一方、改良幅方向に対しては、以下の理由から、最終的に表-3に示す改良幅を改良範囲の対象とした。

当該箇所の既設護岸は、直接基礎に近い構造であることから、基本方針としては、護岸本体の支持力確保を目的として30°分散の範囲を改良幅として設定した。設定した改良幅に対して、液状化時の円弧すべり計算による護岸全体系の照査を行い、安全率を満足しない場合にはさらに改良幅を広げるものとした。ただし、当該箇所の一部では、既設護岸背後に道路を挟んで民地が近接しており、この箇所においては民地内に一部改良範囲が及ぶため、さらに検討を行った。

護岸背面の改良幅を円弧すべりから設定した場合、民地内での改良を行うことなく、護岸直下までの改良で護岸の安定を確保する結果を得た。さらに、護岸本体の変位、沈下の影響を極力抑え、液状化が生じた際の緊急道路の確保を図るため、護岸背面から3.25mまで改良範囲を広げた。この条件下で改良体下部における護岸の支持力照査を行った結果、十分な支持力を確認できた。これにより、民地内での改良を行うことなく液状化対策を行うことができた。

(4)改良体の設定

改良体の設計基準強度 $q_{uck}$ は、一軸圧縮強さ $q_u$ とせん断応力比 $R_{ck}$ との関係から $150\text{KN/m}^2$ と設定した。改良率は100%とし、改良体の注入間隔は2.0m、注入径は2.5mを標準とした。

表-3 安定計算結果（改良後）

| 断面    | 改良幅   | 改良後(対策時)安全率 |
|-------|-------|-------------|
|       |       | 液状化時        |
| 検討断面1 | 11.5m | 1.22        |
| 検討断面2 | 13.1m | 1.42        |

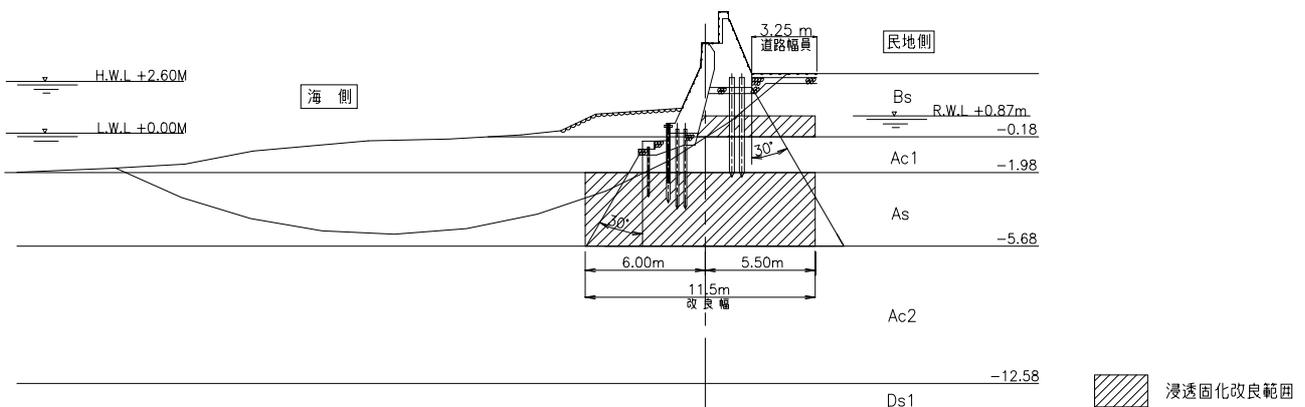


図-2 改良断面図（検討断面1）

4. おわりに

当該箇所は、既設護岸の液状化対策検討にあたり、海上部・陸上部における施工範囲の制約や騒音・振動の制約、既設構造物への制約など多くの制約条件を受けていた。これら制約条件下で既設護岸の液状化対策を行う必要があったため、浸透固化処理工法により地盤改良を行うこととした。この結果、既設護岸を一端取り壊すことなく、護岸直下および背面まで地盤改良が可能となった。これにより、液状化時における既設護岸全体の安定を確保し、さらに沈下の影響を抑えることで、液状化が生じた場合における壊滅的な被害防止につながる事が期待できる。

今後、当該箇所の施工時データの収集・分析を行うことで、既設構造物直下などにおける液状化対策の改良効果および既設構造物へ及ぼす影響について確認したいと考える。

参考文献

- 1) 運輸省港湾局：埋立地の液状化対策ハンドブック（1997）
- 2) 日本港湾協会：港湾の施設の技術上の基準・同解説（1999）