

## Ⅲ-220

## 近接施工時の変位吸収法による変状対策

## - その4 地盤強度と変位吸収法の効果 -

(株)大林組 技術研究所 正会員○伊藤 智治  
正会員 西林 清茂  
正会員 上野 孝之  
正会員 高橋 真一

## 1. はじめに

近接施工時に地盤改良工法を適用する際、周辺地盤の変状防止対策の一つとして変位吸収法が有効である<sup>1), 2)</sup>。しかし、この工法の明確な設計法はなく、経験的に得られた変位吸収法の孔や溝の仕様をもとに、挙動計測を行い、効果確認もしくは変更しながら施工しているのが現状である。

これまで、著者らは変位吸収法の設計法確立を目的として、変位吸収孔の効果の確認や、抑止効果が減少する変位吸収孔の設置間隔（臨界設置間隔）等の変位吸収効果のメカニズムに関する検討を進めてきた<sup>3)~5)</sup>。この報文では、吸収効果に及ぼす地盤強度の影響を検討するため、地盤強度をパラメータとして実施した三次元FEM解析結果について述べる。

## 2. 解析条件

解析に用いた弾塑性構成式は修正Cam-Clayモデルで、対象地盤強度は $q_u=3, 4, 5, 6, 7 \text{ tf/m}^2$ の5ケースとした。入力定数を表-1に示す。入力定数の決定方法は、表-2に示す関係を用いた。図-1は吸収孔付近の拡大図を示したものである。載荷位置と吸収孔中心の距離2m、載荷幅4m、吸収孔の設置間隔（隣接間隔）を0.6mとし、載荷位置から45°範囲内に吸収孔（ $\phi 0.6\text{m}$ ）を設置した。載荷は地盤改良時の地盤の体積膨脹を想定して、載荷位置を2重節点とし、各々の節点に強制変位を与える方法とした。解析領域は解析対象としている変位吸収孔付近の領域に対して十分大きくとり、境界は端部のみX、Y方向（水平方向）の変位を固定し、端面4方向から初期内部応力に等しい等分布荷重を載荷して、境界を固定することによる境界条件の影響をできるだけ受けないような条件とした。なお、Z方向の変位は上下面とも固定し、載荷により発生する変位はX、Y方向のみとして解析を実施した。なお、図中には吸収孔背面に生じる変位を検討した点Aの位置を付記した。

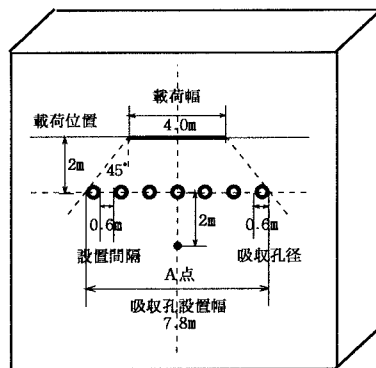


図-1 変位吸収孔付近拡大図

表-1 入力定数

|                            |       |       |       |       |       |
|----------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| $q_u (\text{tf/m}^2)$      | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     |
| PI (%)                     | 39    | 26    | 18    | 13    | 9     |
| $\gamma_t (\text{tf/m}^3)$ | 1.607 | 1.743 | 1.867 | 1.982 | 2.089 |
| M                          | 1.031 | 1.148 | 1.256 | 1.360 | 1.460 |
| $\lambda$                  | 0.286 | 0.195 | 0.139 | 0.103 | 0.078 |
| $\kappa$                   | 0.029 | 0.019 | 0.014 | 0.010 | 0.008 |
| $K_o$                      | 0.717 | 0.671 | 0.628 | 0.589 | 0.552 |
| $\nu$                      | 0.418 | 0.401 | 0.386 | 0.371 | 0.371 |
| $e_o$                      | 1.762 | 1.319 | 1.062 | 0.903 | 0.800 |

表-2 入力定数決定法

|            |                                                                                                                                                                                                     |
|------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $\gamma_t$ | $\gamma_t = 2.82 - 0.764 \log \text{PI}^{6)}$                                                                                                                                                       |
| $\phi'$    | $\sin \phi' = 0.81 - 0.233 \log \text{PI}^{7)}$                                                                                                                                                     |
| M          | $M = 6 \sin \phi' / (3 - \sin \phi')$                                                                                                                                                               |
| $\lambda$  | $\lambda = 0.015 + 0.007 \text{PI}^{7)}$                                                                                                                                                            |
| $\Lambda$  | $\Lambda = 0.90$                                                                                                                                                                                    |
| $\kappa$   | $\kappa = \lambda - \lambda \times \Lambda$                                                                                                                                                         |
| $K_o$      | $K_o = \frac{3 - \eta}{2\eta + 3}$<br>$\left( \eta = \frac{1}{2} \left[ -3 \left( 1 - \frac{\kappa}{\lambda} \right) + \sqrt{9 \left( 1 - \frac{\kappa}{\lambda} \right)^2 + 4M^2} \right] \right)$ |
| $\nu$      | $\nu = K_o / (1 + K_o)$                                                                                                                                                                             |
| $e_o$      | $e_o = -\lambda / 0.434 \times (\log \text{土被り圧} - \log 500) + 0.5$                                                                                                                                 |

### 3. 解析結果および考察

図-2は、地盤の一軸圧縮強度とA点の水平変位量の関係を示したものである。地盤強度 $q_u = 3 \text{ tf/m}^2$ では、吸収孔背面に発生する水平変位量はほとんど無い。地盤強度が増加すると、吸収孔背面での水平変位量が生じているが、その大きさは最大でも約3mmで、強制変位量100mmに対し3%以下と十分小さい値となっている。変位吸収孔の設置間隔0.6mでは、地盤強度に係わらず、良好な変位吸収孔の効果が現れている。

図-3は、与えた強制変位量とA点の水平変位量の関係を示したものである。地盤強度 $q_u = 3, 4 \text{ tf/m}^2$ では、強制変位量20mmに対しては、ほとんど水平変位量が発生していない。地盤強度 $q_u = 5 \sim 7 \text{ tf/m}^2$ の場合、強制変位量20mmで水平変位が生じた後、与える強制変位量が大きくなると、その増加割合は小さく変化している。これは、地盤強度が大きいと、強制変位初期では吸収孔周辺地盤が破壊しにくい、与える強制変位量が大きくなると、吸収孔周辺のせん断力が大きくなり、吸収孔周辺地盤が破壊し始め、吸収孔効果が得られた結果と考えられる。

図-4は、地盤強度 $q_u = 7 \text{ tf/m}^2$ での各吸収孔のつぶれ率（＝つぶれ量／吸収孔の断面積）と強制変位量の関係を示したものである。強制変位量20mmを境目として若干ではあるが、つぶれ率の増加が小さくなっている。これは、上記の吸収孔背面での水平変位量の結果と対応している。また、与える強制変位量に係わらず、載荷中心付近の吸収孔のつぶれ率が最も大きく、載荷幅から45°に広がった位置では、ほとんど発生していない。

### 4. まとめ

地盤強度をパラメータとして実施した解析より、地盤強度により若干差はあるものの、変位吸収孔の大きな効果が確認された。今後はこの結果を盛り込み、変位吸収孔の設計法の確立に向け研究を進める予定である。

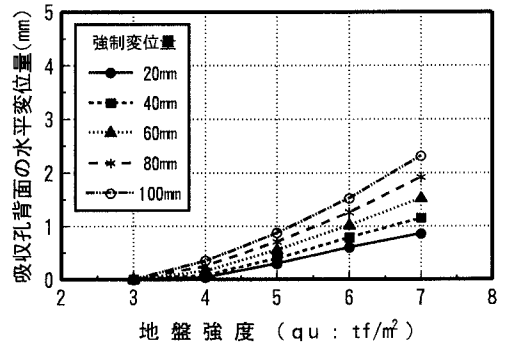


図-2 地盤強度とA点の水平変位量

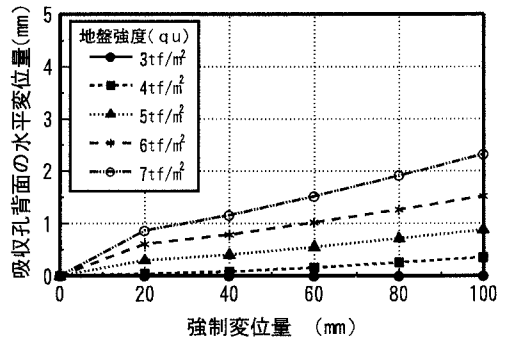


図-3 強制変位量とA点の水平変位量

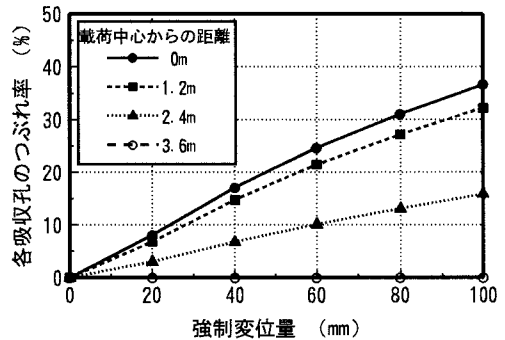


図-4 強制変位量と各吸収孔のつぶれ率  
(地盤強度 $q_u = 7 \text{ tf/m}^2$ )

- 参考文献：1)西林，他：土質工学会編，土質基礎工学ライブラリー34，近接施工  
 2)西林：建設工事における土と環境計測，土と基礎，1991  
 3)柴田，西林，上野：近接施工時の変位吸収法による変状対策(その1)，第27回土質工学研究発表会，1992  
 4)柴田，西林，上野：近接施工時の変位吸収法による変状対策(その2)，土木学会第48回年次学術講演会，1993  
 5)柴田，西林，上野：近接施工時の変位吸収法による変状対策(その3)，土木学会第49回年次学術講演会，1994  
 6)小川，他：港湾地域における土の工学的諸係数の相関性，港湾技術研究所所報，1978  
 7)飯塚：軟弱地盤の変形・安定解析の関する基礎的研究，金沢大学博士論文，1988