

楕形鋼矢板工法の応力照査方法に関する一考察

国土交通省 四国地方整備局 正会員 ○小泉勝彦
 国土交通省 四国地方整備局 高松港湾空港技術調査事務所 榎山 正
 (株)ニュージェック 正会員 村上巧一 前川 太 坪井英夫 平井俊之
 (独)港湾空港技術研究所 国際会員 菅野高弘
 京都大学防災研究所 国際会員 井合 進

1. はじめに

津波の襲来による背後地への浸水被害を防護するため、低コストで迅速な対策として鋼矢板の一部を非液状化層に着底させた楕形鋼矢板工法が提案されている¹⁾。楕形鋼矢板工法は、図1に示すように、矢板上部は連続した通常構造とし、一定間隔で矢板下端を液状化層の下にある非液状化層に着底させる工法である。液状化層内において鋼矢板の面積を減らすことにより、液状化によって生じた矢板背後からの泥土圧を逃がすことができる。また、地震後において、鋼矢板上部(以下、通常部と呼ぶ)の鉛直性や天端高さが確保され、楕形鋼矢板の通常部が連続していれば、津波の浸入を防ぐことができる。

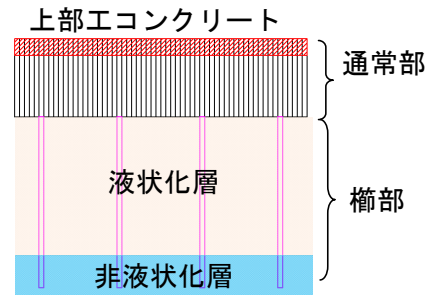


図1 楕形鋼矢板の正面図

楕形鋼矢板工法は護岸の変位を抑制するのが目的ではなく、ある程度護岸がはらみだしたとしても天端高さを確保することを狙った構造である。このため、はらみだしに伴って生じる鋼矢板の法線方向の力に対して矢板が連続性を保つことができるかどうかを照査することが重要である。本稿では、「地盤改良が困難な箇所に対して楕形鋼矢板工法を適用してそこからの津波による浸水を防止しようとする場合」における鋼矢板の法線方向の応力算出方法と応力照査方法について提案する。

2. 照査基準

安間ら²⁾は、鋼矢板 FSP-3 型について 3 次元 FEM のモデル化を行い、法線方向における鋼矢板の引張り試験を模擬した弾塑性解析を実施している。安間らの論文によれば、「矢板が引張り力を受けた場合、矢板の部分的な降伏はリブとフランジの境目付近から始まり、リブ全体で部分的な降伏が発生した段階でも継手部で部分的な降伏が表われないことから、この段階でも矢板は遮水機能を確保している。」との知見を得ている。また、鋼矢板のフランジ部が降伏しなければ、矢板に過大な曲げ変形は生じないことから、天端高さも確保することができると考えられる。本稿では、上記の知見を参考に、鋼矢板をリブ部とフランジ部に分けて応力照査を行い、フランジ部では鋼材が降伏しないことを照査基準とした。

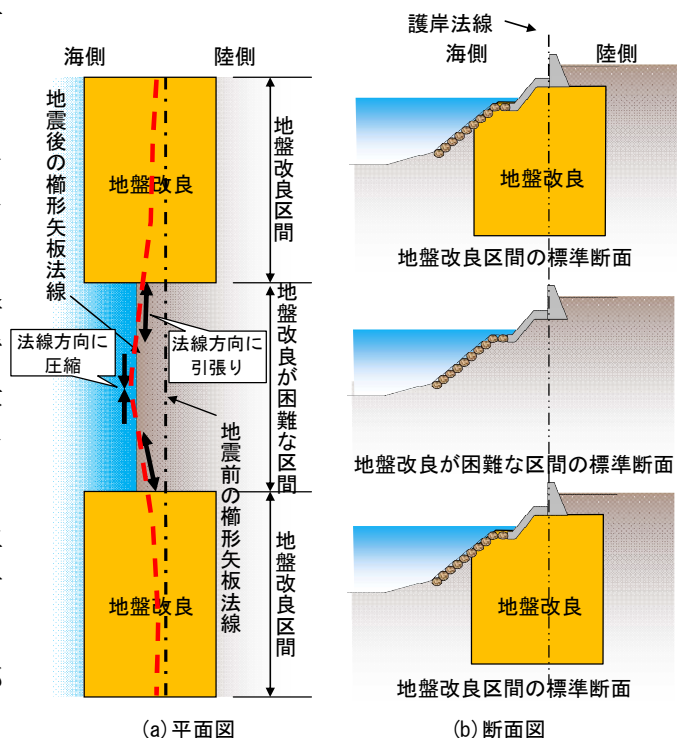


図2 検討箇所のイメージ

図2に示すように、地盤改良区間に挟まれた「地盤改良が困難な区間」について楕形鋼矢板の応力照査の手法を検討した。想定地震は東南海・南海地震である。津波による作用荷重やボーリングに対する安全性等から仮定した鋼矢板断面に対して、法線直角方向と法線方向とで別々に地震時における鋼矢板の発生応力を算定し、それらを合成した上で Von Mises の降伏条件を用いて応力度の照査を行った。

キーワード 鋼矢板, 護岸, 津波対策, 性能照査

連絡先 〒760-8554 香川県高松市サンポート 3 番 33 号 国土交通省四国地方整備局港湾空港部 TEL087-851-8061

図 3 に楕形鋼矢板の応力度の照査フローを示す。

法線直角方向については、2 次元の有効応力解析を行って鋼矢板の断面力・応力を算定した。模型実験の再現解析³⁾を踏まえて、動的応答解析で得られた発生応力を 2 倍して照査に用いた。

法線方向については、地盤改良区間と楕形鋼矢板区間とで水平変位の差が生じるが、鋼矢板の変形は地盤の変形に追従すると考え、地盤をモデル化した静的な 3 次元解析を行って法線方向の変位分布を求め、地盤の伸び縮みから鋼矢板の応力を算定した。

静的解析に用いる物性値は、動的応答解析による残留変形と整合するように設定した。鋼矢板の法線方向の応力は、実務への適用を考慮して、安間らが行なったような 3 次元弾塑性 FEM 解析ではなく、図 3 に示すように鋼矢板をフレームでモデル化し、片方を XY 固定とし反対側から X 方向に地盤変位を与えて鋼矢板に発生する断面力・応力を求めた。フレーム計算のモデルの妥当性については、3 型鋼矢板を同様にモデル化し、荷重-変位図が安間らの 3 次元解析による荷重-変位図を再現できることを確認した。

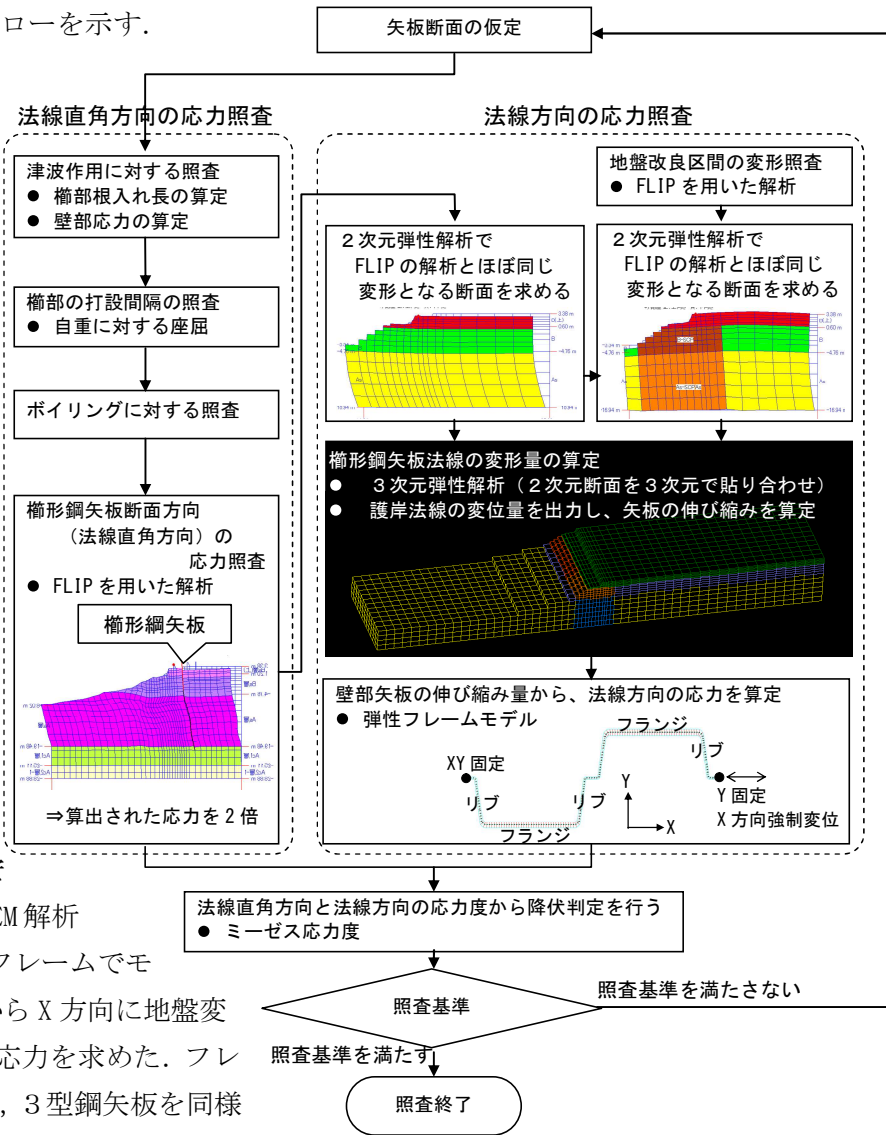


図 3 応力度の照査フロー

4. 照査結果

表 1 に 6_L 型の鋼矢板を用いた場合の応力照査結果を示す。リブ部の Von Mises の相当応力(偏差応力の 2 次不変量の平方根)は、降伏判定値の 225 N/mm²(=390/√3)より大きくなり若干の部分降伏が生じたが、フランジ部は降伏判定値以下となり照査基準を満足する結果となった。

5. おわりに

本稿では、地盤改良が困難な箇所に対して楕形鋼矢板工法を適用する場合について、2次元の動的変形解析⇒2次元弾性解析⇒3次元弾性解析の順に適用し、鋼矢板の法線方向の応力度を算定する方法を提案した。本稿で提案した照査方法により楕形鋼矢板工法の性能設計構築に目処がついたものと考えられる。

ただし、鋼矢板の断面形状は製造管理値となっておらず、鋼矢板の製造メーカーによって形状が異なっている。このため、楕形鋼矢板工法の施工に先立ち、実際に使用する鋼矢板を用いた圧縮・引張試験による法線延長方向の伸び縮みに対する性能確認を行なうことが望ましい。

参考文献

1) 中澤博志, 菅野高弘, 吉田誠: 鋼矢板を用いた海岸堤防の液状化・津波対策に関する模型振動台実験, 構造工学論文集 Vol. 57A, pp. 367-377, 2011. 2) 安間清, 津国正一: 遮水矢板の構造異方性を考慮した耐震性能に関する研究, 土木学会論文集 A, Vol. 63, No. 2, pp. 326-335, 2007. 3) 村上巧一他: 楕型鋼矢板工法の模型振動実験に対する再現解析, 土木学会第 67 回年次学術講演会講演集, pp. 1123-1124, 2012.

表 1 照査結果

	ミーゼス応力 (N/mm ²)	照査基準 (N/mm ²)	判定
リブ部	262.02	225.2	部分降伏
フランジ部	128.24	225.2	OK