

矢板式係船岸の改良設計における工法選定の基本的な考え方

港湾空港技術研究所	正会員	○鍵本慎太郎
港湾空港技術研究所	非会員	水谷崇亮
港湾空港技術研究所	正会員	松村聡
横浜港湾空港技術調査事務所	正会員	遠藤敏雄
横浜港湾空港技術調査事務所	非会員	遠藤正洋

1. はじめに

近年、増深や耐震強化、老朽化対策など既存係留施設の改良を行うための工法として様々な改良工法が開発あるいは提案されている。現状の改良設計では、類似の設計条件下であっても、選定候補に挙げられる改良工法が異なる場合があり、最も適した改良工法が見逃されている可能性がある。この要因として、改良設計の選定候補の抽出方法が一般化されていないことが挙げられる。従来の改良設計においては、個々の技術者による各々の知識や経験に基づき、それぞれ独自の方法で実施されているのが実状である。これに対し著者らは、改良設計における基本的な考え方を整理し一般化することを目指した検討を行っている¹⁾。本稿ではその一環として、既存係留施設の主要構造形式である矢板式係船岸を対象に、既存の改良工法の抽出および整理を行うとともに、改良工法選定時の留意すべき点など基本的な考え方について検討する。

2. 既存の改良工法の抽出および整理

国土技術政策総合研究所より提供を受けた全国の設計事例を基に、平成11～平成28年度までの矢板式係船岸の改良設計事例を計37事例収集した。また、全国の改良設計事例に加えて、学会論文などの文献調査も行った結果、矢板式係船岸を対象とした改良工法を計26工法確認できた。改良工法の中には、設計法や施工法が十分に確立されていない工法も含まれている。これらの改良工法を分析したところ、既存構造物の安定性を向上させる要因となる原理（以下、「安定性向上メカニズム」という）に着目することで、①主働土圧の低減、②受働土圧の増加、③矢板支持による発生断面力の低減、④矢板補強による耐力の増加、⑤新設構造物による荷重の負担、⑥既存構造物の用途の変更の計6つのグループに分類できることがわかった。

3. 改良工法の適用性分析

改良工法の選定を行う前に、対象構造物がどのような挙動を示すのかを把握することが重要となるため、静的安定性能照査を実施することにより、構造物のどの部材に対して作用の低減や耐力向上のための補強などの必要性があるのかといったような改良設計を支配する要因を確認する必要がある。その際、改良目的によっては、動的解析や模型実験などにより適切に部材への影響を確認することが必要となる場合もある。その結果を受けて改良工法の選択を行うことになるが、その前提として、控え矢板式構造の安定性の確保のために必要となる改良効果を整理および把握する必要があると考えられる。図-1に控え矢板式構造における

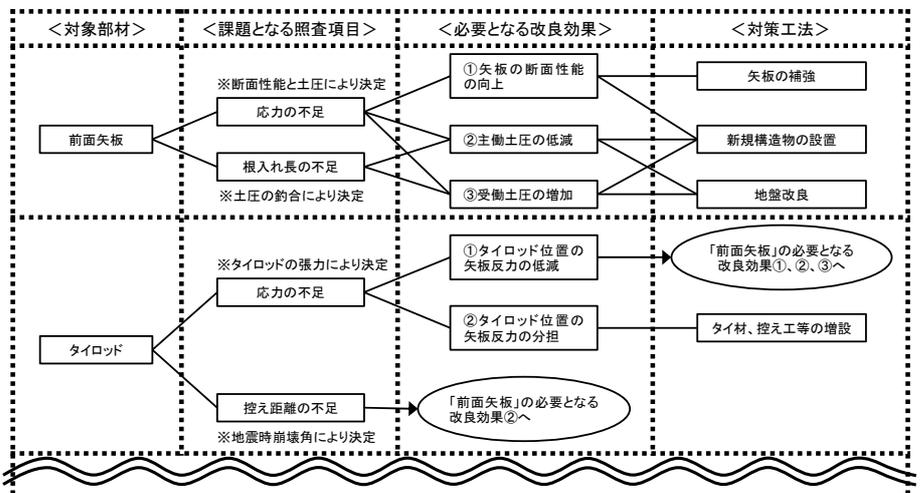


図-1 部材と改良効果の関係の考え方 (例)

キーワード 矢板式係船岸, 改良設計, 工法選定

連絡先 〒239-0826 神奈川県横須賀市長瀬 3-1-1 / Tel : 046-844-5057

部材と改良効果の関係の考え方を示す。図-1では、前面矢板とタイロッドを対象部材として検討した例を示している。前面矢板に着目すると、矢板の応力の不足や根入れ長の不足が課題となる場合、安定性の確保のために必要となる改良効果を整理し、それに基づいて対策工法を検討する。このような検討を対象部材に対して行うことで、各部材を直接対象とした改良も有効であると同時に、前面矢板→タイロッドの順に改良効果が波及することが確認できる。なお、このような検討は、安定性の確保が必要と判断された全ての部材を対象に検討を行う必要がある。

4. 改良工法の選定および絞込み

3.の分析結果に基づき、安定性の確保が必要な部材とそれに対して有効な改良工法の検討および選定を行う。一般的に改良設計で対象とする係留施設は、単一断面のみでなく、複数の断面で構成されることが多い。これは、地盤条件が施設全延長にわたって同一ではないことや、隣接する施設の状況によって標準部とは異なる断面が必要となることなどによるものである。初期の段階では、複数の断面のうち、改良設計において最も厳しい条件下にある断面、または制約条件の影響を最も顕著に受ける断面を検討断面として設定するのが望ましいと考えられる。

矢板式係船岸の改良設計における適用可能な改良工法の選定の模式的な例を表-1に示す。表-1は、改良によって増大した作用に対して、矢板およびタイロッドの応力度、矢板の根入れ長、控え工（引抜き杭）の支持力が許容値以上（表中のハッチング部）となった場合の改良設計を想定しており、この場合、改良工法の選定においては、部材の耐力を向上させるもの、もしくは部材にかかる外力を低減させることができる工法を選定する必要がある。選定する工法については、基本的に1工法のみで応力等が不足している全ての部材の安定性を確保できるものから有効な工法（適用の判断基準：◎）として選定することとするが、部材の応力の不足割合によっては、部分的な改良を組合せる方が効果的となる場合も想定されるため、工法の組合せにより安定性が確保できるもの（適用の判断基準：○）についても検討する必要があると考える。なお、表内の△については、対応する項目を満足できるが、応力の不足割合などによっては効果がない場合もあることを意味している。

次に、適用可能と判断された改良工法に対して、施工性や環境性などの制約条件により絞込みを行う必要があるが、設定した条件が主観的な要素ではなく、明確で各工法において公平に判断できるものでなければならない。例えば、施工性においては「前出し幅〇〇m以内」や「埋立てを伴わない」など、環境性においては「海水のにごりや環境影響物質が発生しない」といったものが挙げられる。また、最終的な工法選択時には経済性を考慮した判断が必要となる。初期の段階では、最低限の条件を課し、検討の進捗に伴って必要な条件を追加しつつ検討を繰り返していくことで効果的な改良工法を選択できると考える。

表-1 適用可能な改良工法の選定結果（例）

安定性向上メカニズム	工法名	部材と安定性能照査項目							工法の適用	備考 (組合せる工法)
		矢板		タイロッド		腹起し	控え工			
		応力	根入れ	応力	長さ		押込み杭 支持力	引抜き杭 支持力		
①	A工法	○	○	○	○	○	○	○	◎	
	B工法	○	○	○	○	○	○	○	◎	
②	C工法	△	○	△	○	△			○	※E工法との組合せ
③	D工法	○		△		△	△	△	×	
	E工法	○		○		○	○	○	○	※C工法との組合せ
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	

5. おわりに

矢板式係船岸を対象とした改良設計における工法選定時の基本的な考え方の提案を目的として検討を行い、改良工法の適用分析の考え方や工法選定の具体的な手法を提案した。今後は、更に選定方法を洗練させることで、実務において使用可能となる改良設計のフローの作成を行っていきたいと考える。

参考・引用文献

1) 田端 優憲, 宮田 正史, 水谷 崇亮, 松村 聡, 鍵本慎太郎, 高野 向後, 岡元 渉: 既存係留施設の改良工法選定および改良設計に関する基本的な考え方, 国土技術政策総合研究所資料, No.996, 2017.