

響度合い等を定量的に把握するために、人間工学的手法である椎間板内圧推定(図-3 参照)にて判断するためのデータの取得と解析を行い、労働負荷の高い作業内容とその要因(作業環境、岸壁の高さ等)について検討を行った。

現地調査は以下の2漁港について実施し、データの取得、解析、身体負荷状況の評価を行うものとした。

胆振管内の追直漁港をモデルとしたクロソイ漁

日高管内の三石漁港をモデルとしたコンブ漁

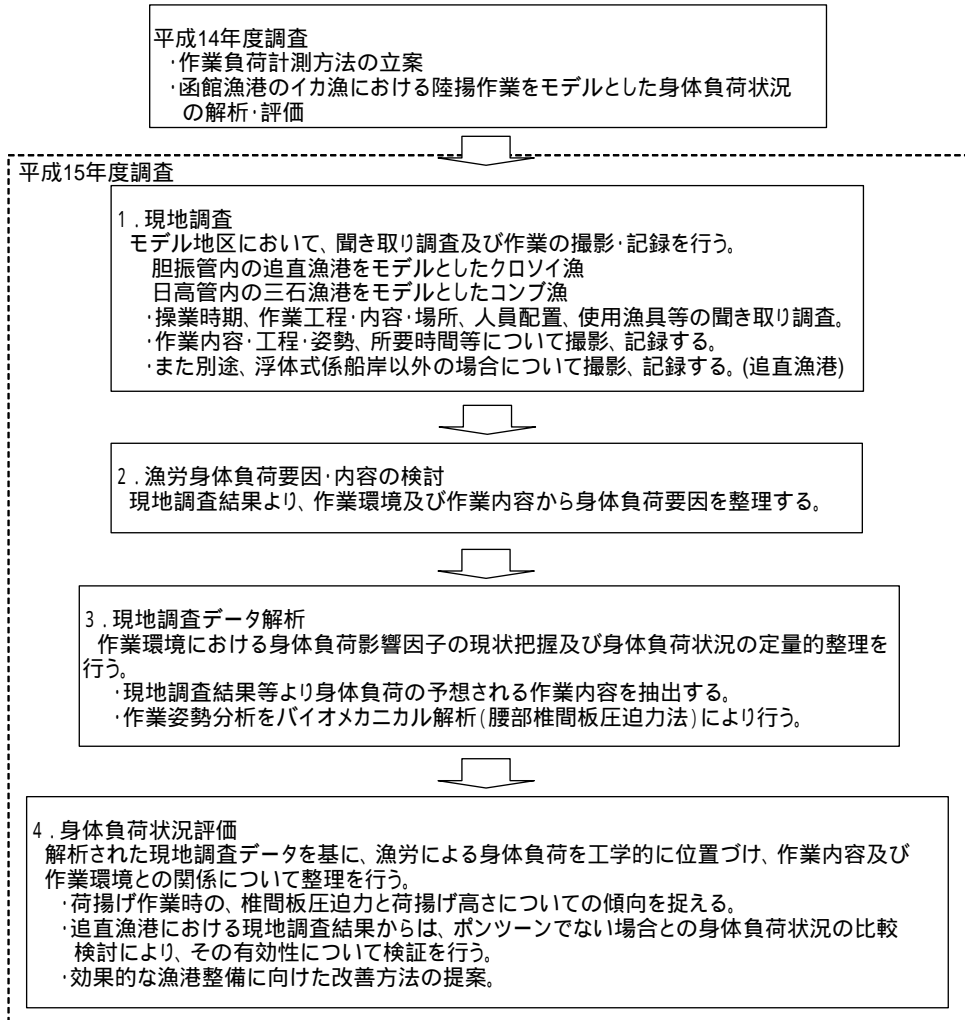


図-2 調査フロー



図-3 腰部椎間板圧迫力と限界値

3. 主な調査結果

3.1 追直漁港における調査結果

(1) ポンツーン作業と岸壁作業の比較

ポンツーンの有用性を示す観点から、得られた解析結果において、ポンツーンと岸壁のそれぞれの作業で負荷量の比較を行った。

図-4 にポンツーン及び岸壁での餌袋積み込みの様子を解析した結果を示す。ポンツーンでは、船内側・ポンツーン側で3,000N 台の椎間板圧迫力の値を示しているのに対して、岸壁では船内側の作業員において 5,000N を超える大きな負荷が発生していることが分かる。この結果から、作業員立地面からポンツーン干舷までの距離が小さく、船底からポンツーン上面までの高さである「荷揚げ高さ」の小さいポンツーンの方が、作業を岸壁で行うよりも負荷量が小さくなると言える。

パラメータ	ポンツーン		漁港岸壁	
	餌搬入(船内側)	餌搬入(岸壁側)	餌搬入(船内側)	餌搬入(岸壁側)
作業員	C	A	C	B
年齢	38	39	38	36
身長(cm)	176	172	176	174
体重(kg)	70	70	70	65
手扱い物重量(kg)	20	20	20	20
作業姿勢				
解析図				
荷揚げ高さ(cm)	40	40	63.1	63.1
椎間板圧迫力(N)	3539	3208	5529	3839

図-4 ポンツーンと岸壁の餌積み込み時の負荷量比較

(2) ポンツーンにおけるシミュレーション

本調査の目的であるポンツーンの有用性が示されたので、更に現作業時点でのポンツーンの高さが身体負荷軽減の面から妥当であるかどうかを、「荷揚げ高さ」を変化させたシミュレーションを行い検証した。

図-5 において、ポンツーンでの荷揚げ高さの定義は、「船内作業員の立地面から岸壁面」までと規定し、横軸に荷揚げ高さ(cm)、縦軸に船内側・岸壁側作業員の合計負荷量を示している。

結果として、現在のポンツーンでの設計以上の荷揚げ高さ(40cm)になると、作業員の合計負荷量が許容限界を超えることが判明した。また、「作業員間の幅(防舷材の幅)」を変化させたシミュレーションによる検討についても併せて行ったところ、作業員間の幅をできるだけ小さくした場合が作業負荷量の低減に繋がることが分かった。

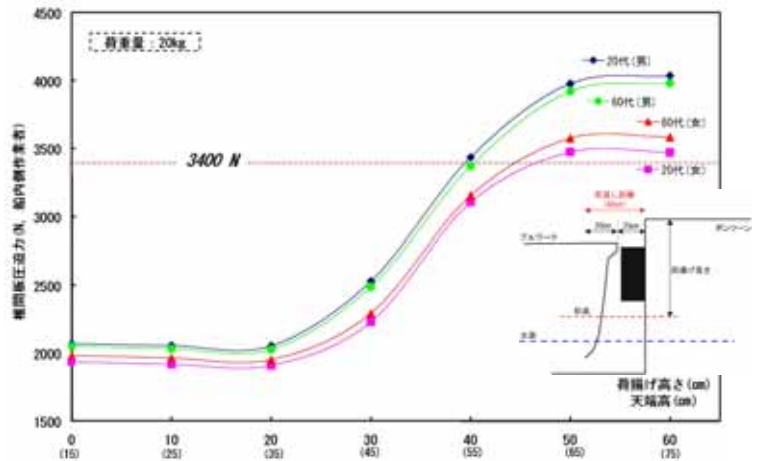


図-5 年齢・男女別の船内作業員のシミュレーション結果

(3) ポンツーン設計指針への提案

追直漁港におけるポンツーンでの作業について、身体負荷軽減面からの最適荷揚げ高さをシミュレーション結果により提案する。

前述の結果より、筋骨格系の身体負荷軽減の観点での設定基準は次のようにするべきであることが推定される。

1. 船内側作業員と岸壁側作業員の立地面の高低差である「荷揚げ高さ」が、40cm 以内になるように設定する。
2. 船内・船外の作業員が荷をやり取りする時の幅である「荷渡し距離」は短いほどよい。そのため、船外機船や沿岸小型漁船などの着岸時の衝撃が少ない漁船用のポンツーンでは、防舷材の幅を小さくして荷渡し距離が短くなるように設定する。

3.2 三石漁港における調査結果

(1) 引き揚げ時の荷重量の測定

拾いコンブ漁における漬けコンブ作業をモデルとして、引き揚げ速度に依存すると考えられるコンブの動的荷重量の分析を行うため引き揚げ実験を行った。図-6に模式図を示す。なお、実験は漬けコンブ作業で扱われる「根縛り型」及び「網入り型」の作業対象物を模して行った。

「根縛り型」については、図-7より、落下錘の重量によって落下速度が増加するとともに引張力も増加する傾向が認められ、空中重量の約1.8倍程度の力を要することが判明した。

「網入り型」については、図-8より、空中湿潤重量(4.99kg+袋網)の4倍程度の力が必要となることが明らかとなり、コンブは三石の漁業者から貸与された袋網の容積内では、多重に折れ曲がることによって、内包水を極めて多く持つことが推測される。袋網を用いる漬けコンブの引き揚げでは、水面下にコンブがある場合に対して、水面から天端に至る間に「根縛り型」に対して2倍程度過重な引張力を要することが判明した。

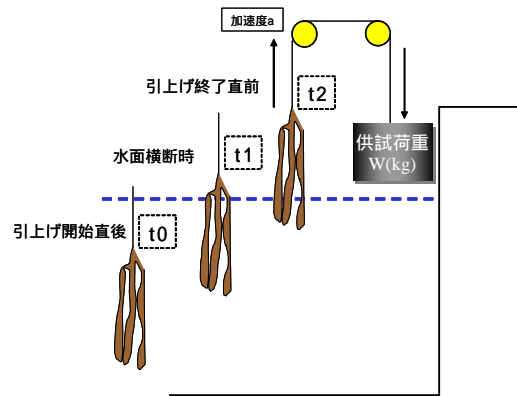


図-6 引き揚げ状態の模式図

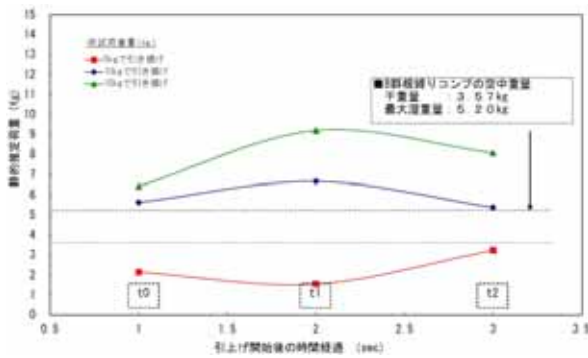


図-7 根縛り型の解析結果

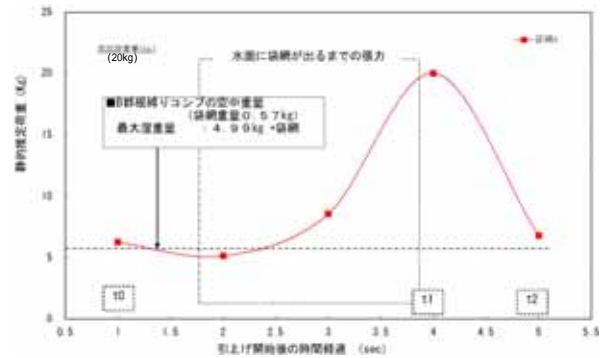


図-8 網入り型の解析結果

(2) 身体負荷量の評価

身体負荷量の推定は、模擬作業実験により10kg・15kgのおもりを引き揚げ、その時の作業姿勢から腰部椎間板圧迫力の推定を行った。作業は図-9に示すように、真下方向からの引き揚げ、岸壁の縁より20cm、30cm、60cmの位置からの引き上げの4種の条件において行った。

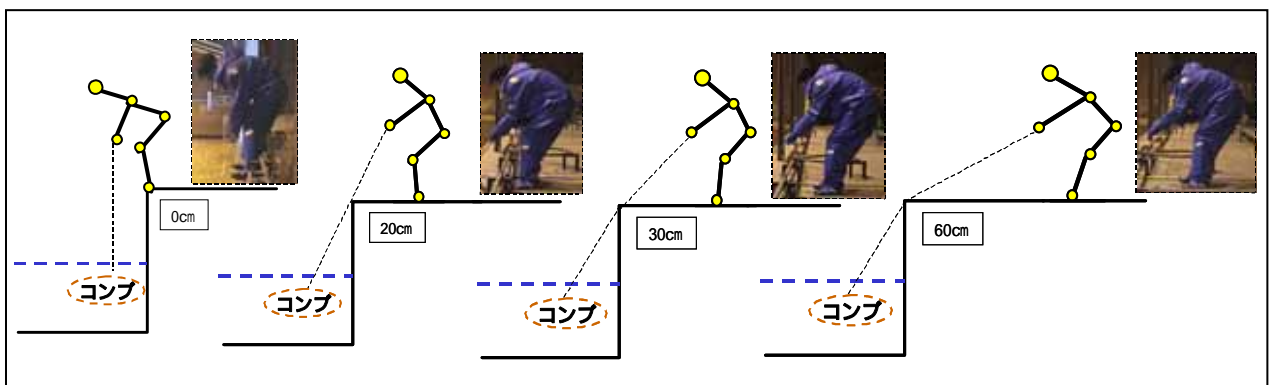


図-9 引き揚げ姿勢の模式図

さらに、図-9と同条件の各作業において、鉛直方向荷重を10kgから30kgまで変化させて得られた腰部椎間板圧迫力の推定結果を表-1に示す。

表-1の作業位置と負荷量の間係を見ると、岸壁際から作業位置が離れると、真上だけでなく、横方向にも引き揚げ力を要することになり、手扱い物の実重量以上の負荷がかかってしまうことが分かる。また、作業者の荷を扱う支点である手の位置が体から離れるほど、負荷量は大きくなっていることも分かる。

以上の結果から、コンブの引き揚げ等の作業においては、鉛直方向からの引き揚げ作業を行うことで作業負荷軽減が図れると考えられる。

本調査においては、作業量の影響を受ける疲労系の身体負荷について定量化は行っていないため、これに対する負荷軽減に関する対策について触れることはできないが、現状で行われている既存の岸壁を利用した漬けコンブ作業に対して、筋骨格系の負荷を軽減させる対策を講じていく場合には、漁港岸壁としての機能は備えつつ、作業姿勢・荷重量の面から考慮して負荷が軽減されるような補助具の設置、施設整備が必要であると考えられる。

以下にコンブの引揚げに関する筋骨格系の負荷を軽減させるための要点について示す。

- <コンブの引揚げにおける筋骨格系の負荷軽減方策>
1. 岸壁際から離れずに真下方向から引揚げができる姿勢を保つ。
 2. 引揚げにおいて、根縛り型では空中重量の1.8倍となり、網入り型では4倍となることから、最大重量が限界値を超えないように蓄養する量を決める。

表-1 作業位置と負荷量の間係

岸壁際からの距離	手扱い物重量	鉛直方向重量	椎間板圧迫力
0cm	10kg	10kg	2156
	15kg	15kg	2296
	20kg	20kg	2452
	30kg	30kg	2912
30cm	10kg	10.65kg	2595
	15kg	16.25kg	3151
	20kg	21.67kg	3460
	30kg	32.50kg	4300
60cm	10kg	10.10kg	2724
	15kg	15.75kg	3242
	20kg	21.05kg	3439
	30kg	31.57kg	4277

20kg・30kgにおける値は15kg荷重引揚げ時の姿勢から推定した値

3.3 身体負荷改善策の提案

前項までの調査結果を基に、身体負荷の改善策を検討するフローを図-10に示す。

なお、フローの(1)については、縦付けでの陸揚げの際には、横付けに変更するための陸揚げ岸壁の整備等が挙げられるが、一般的な改善策であることから本調査では詳細な記述は行わないものとする。

(1) 自然特性・施設特性によるタイプ分け

現況の施設天端高について、既往の設計指針(「2003年度版 漁港・漁場の施設の設計の手引き」)による算定値と比較し、妥当であることを確認することが基本である。

次に、自然特性である潮位と、現況の施設天端高による作業負荷を、許容負荷内作業の充足率及び表-2示す許容負荷内作業のランク分け案を使用して評価する。

表-2 許容負荷内作業の充足率のランク分け案

許容負荷内作業の充足率	レベル
0～50%	A
51～80%	B
81～100%	C

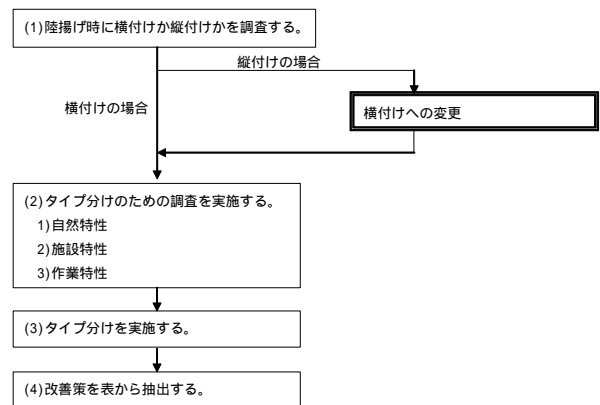


図-10 身体負荷改善策フロー

許容負荷内作業の充足率については、平成 14 年度調査結果等を基に、現状の岸壁天端高、潮位条件において、作業負荷の度合いを評価する目的から、図-11 に示す 2 ケースを想定し、式(1)～(2)により許容負荷内作業の高潮限界・低潮限界の算定結果を用いて H.W.L. と L.W.L. 間の実潮位範囲に対する割合として算定するものとした。なお、図-11 に示す「荷揚げ高さ」については、平成 14 年度調査結果より設定を行った。

現状の岸壁・潮位条件における許容負荷内作業の充足率の算定

許容負荷内作業の充足率 = (許容負荷内作業潮位差) / (H.W.L. - L.W.L.)

許容負荷内作業潮位差 = 許容負荷内作業の高潮限界 - 許容負荷内作業の低潮限界

許容負荷内作業の高潮限界
以下の値の低い方

- ・現状の岸壁天端高 + 0.45m - x m or H.W.L. (1)

許容負荷内作業の低潮限界
以下の値の高い方

- ・現状の岸壁天端高 - 0.50m - x m or L.W.L. (2)

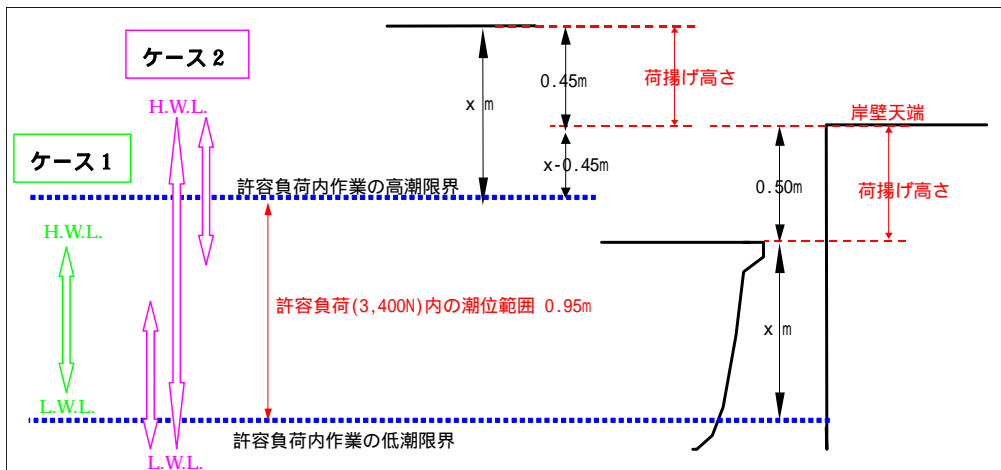


図-11 現状の岸壁天端高に対し、実潮位の範囲と許容負荷内の潮位範囲の関係

(2) 作業特性によるタイプ分け

平成 14～15 年度に実施した調査結果の作業特性を基に、表-3 のようにタイプ分けを行う。

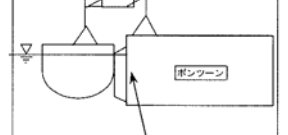
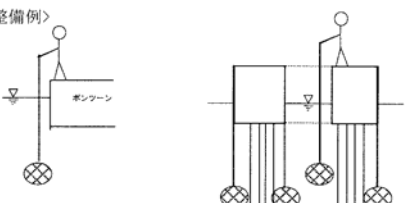
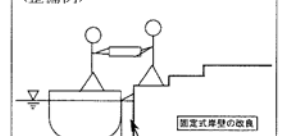
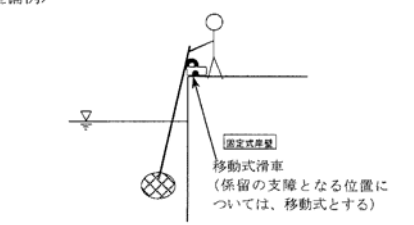
表-3 対象漁業の作業特性

	漁船からの陸揚げ方法			荷の移動方向	荷姿		タイプ
	人力	クレーン	ローラーなど補助具		バラ	網 箱・籠	
イカ釣り (函館漁港)				水平			A
クロソイ養殖 (追直漁港)				水平			
漬けコンブ (三石漁港)				垂直			B

(3) タイプ毎の身体負荷改善策(案)

タイプ毎の身体負荷改善策(案)を表-4 に示す。なお、本調査においては作業姿勢に関連した身体負荷の軽減策を主体に調査していることから、疲労系の負荷の改善策については別途検討を要することに留意されたい。

表-4 タイプ毎の身体負荷改善策(案)

		作業特性によるタイプ分け	
		A	B
自然特性・施設特性によるタイプ分け	A	<ul style="list-style-type: none"> ・ボンツーン ・(固定式岸壁の天端の改良) <p><整備例></p>  <p>作業負荷軽減の観点からブルワークと岸壁間距離を最小にする防眩材が望ましい</p> <p>「ボンツーン」</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・最適な作業姿勢を確保する岸壁の構造形式の変更 <p><整備例></p>  <ul style="list-style-type: none"> a. 専用水面のため、足場が確保され、際まで寄れる。 b. 引き上げ距離が最小となる。 c. 固定式の補助具(滑車等)の設置が可能である。 d. 海水が滞留しにくい。 <p>「ボンツーンの専用水面」</p>
	B	<ul style="list-style-type: none"> ・固定式岸壁の天端の改良 ・(ボンツーン) <p><整備例></p>  <p>作業負荷軽減の観点からブルワークと岸壁間距離を最小にする防眩材が望ましい</p> <p>「固定式岸壁の天端の改良(階段式)」</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・最適な作業姿勢を確保する補助具 <p><整備例></p>  <p>移動式滑車(係留の支障となる位置については、移動式とする)</p> <p>「補助具(滑車)」</p>

4. 成果の活用

本調査では、漁労作業において陸揚げ時の作業姿勢と身体負荷の関係に着目し、モデル漁港において各作業工程の椎間板圧迫力を計測・分析することで、各漁港における現場作業の身体負荷の程度と改善策を指標により判断する手法を提案した。これにより漁港整備における就労環境向上に向けた効果的な改善方策へ反映されることが期待できるものである。しかし、本調査で対象としたモデル漁港は一般的に身体負荷が大きいと考えられる漁港に絞り込んだ調査であったことから、当手法の適用にあたっては、モデル調査の継続及びモニタリング調査による現地状況のフィードバック等により手法の改善・向上等を図ることが必要である。

参考文献

- 1) 佐伯公康・山本竜太郎・高原裕一・坪田幸雄・明田定満・高木伸雄：漁港における就労環境に関するアンケートの実施報告，水産工学研究所技報第25号，pp57-76，2003
- 2) 佐伯公康・朴賢哲・穴井美緒・明田定満・高木伸雄・近藤健雄：漁港における仕分け・漁具修理作業の身体負荷に関する考察，平成14年度日本水産工学会学術講演会講演論文集，pp.169-172，2002.

関連情報

- 1) 沿岸漁業の作業工程と労働負荷分析に基づく漁港漁船の改善に関する研究 平成10年度採択研究助成
- 2) 平成14年度 漁労身体負荷状況把握調査報告書 北海道開発局農業水産部水産課