

# 拾いコンブ漁中の作業者の波浪による転倒事故特性

Investigation on drowned fishermen due to breaking waves during collecting seaweeds

室蘭工業大学院 学生員 安達弓恵 (Yumie Adachi)  
 室蘭工業大学建設システム工学科 正会員 林克俊 (Katsutoshi Kimura)

## 1. はじめに

北海道の太平洋沿岸では、時化で浜に打ち上げられるコンブを拾う「拾いコンブ漁」が盛んである。拾いコンブ漁の一世帯あたりの収入は年間 500 万円程あり、1 年間の総収入に占められる割合が高い。しかも、漁期は 7 月～11 月の 4 ヶ月間と短い期間に限られているため、比較的波高の大きな時でも拾いコンブ漁が行われているのが現状である。主要新聞の道内版の記事検索によると、北海道全域で過去 10 年間に拾いコンブ漁中の死亡事故は 15 件あり、死亡に至らない事例を含めるとかなり多くの事故が発生していることが明らかになった。

本研究では、拾いコンブ漁中の人に働く波力を水理模型実験により測定するとともに、事故事例を再現することにより、作業が危険となる条件を明らかにする。

## 2. 実験方法

水理模型実験は二次元造波水路(長さ 24m、幅 0.6m、高さ 1.0m)に海底勾配  $i=1/10, 1/15, 1/30, 1/100$  の水路床を設置し、規則波で波力実験と転倒実験を行った。沖波波高  $H_0'$  を 5.6cm～22.2cm、周期  $T$  を 2、3、4s の 3 種類とした。

実際の人体の形状は複雑であるが、実験ではこれを単純化して円柱とした。身長 180cm、体重 80kg の人を実験縮尺 1/9 でモデル化し、円柱の直径は 4.8cm、高さは 20cm とした。

波力実験は、人体模型を分力計先端に固定(図 - 1)して水平方向成分を測定した。水深  $h$  を各海底勾配に対して 2～5 種類に変化させた。

転倒実験では、衣服による浮力の影響を考慮して、人体模型の比重を設定する必要がある。人の比重は、肺の中の空気を除いた時に 1.05 程度であるが、肺の影響を考慮すると 1.0 よりもやや小さくなる。作業中はゴム製胴長等を着用(図 - 2)しているため、その影響で浮力が増加することから模型の比重を 0.95 とした。実験では模型が海底面に自立した状態で波を受けた際の動的挙動を調べた。なお転倒実験では、海底勾配を 1/30 および 1/100 の 2 種類とした。

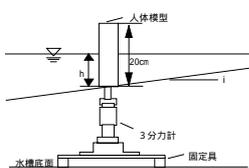


図 - 1 分力計設置状況



図 - 2 作業着着用

以下、波浪、及び水深条件は、現地換算値を用いて表すこととする。

## 3. 人体に作用する波力

図 - 3 は周期  $T=12s$ 、水深  $h=45cm$  での沖波波高  $H_0'$  と波力  $F$  との関係を示している。この図から海底勾配が急になると波力が大きくなる。図 - 4 は海底勾配  $i=1/10$ 、水深  $h=45cm$  での沖波波高  $H_0'$  と波力  $F$  との関係を示している。この図から周期が長くなると波力が大きくなる。図 - 3 は周期  $T=12s$ 、水深  $h=45cm$  での沖波波高  $H_0'$  と波力  $F$  との関係を示している。この図から海底勾配が急になると波力が大きくなる。図 - 4 は海底勾配  $i=1/10$ 、水深  $h=45cm$  での沖波波高  $H_0'$  と波力  $F$  との関係を示している。この図から周期が長くなると波力が大きくなる。

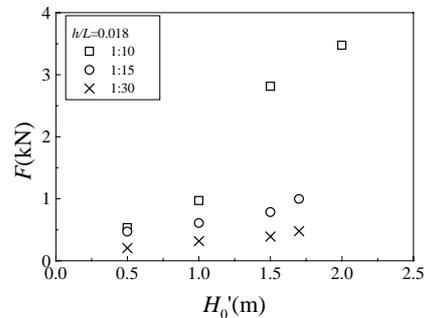


図 - 3 海底勾配の影響

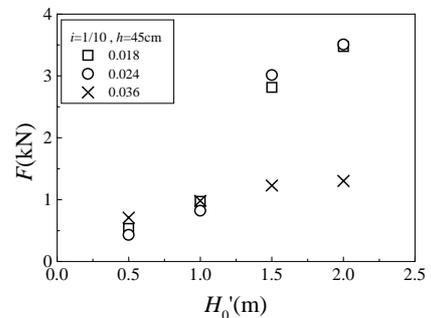


図 - 4 周期の影響

## 4. 転倒特性

遠藤ら<sup>1)</sup>は波浪に対する人の転倒形態を、図 - 5 に示すように 2 つに分類している。

- a) 滑り型：流れにより人に作用する外力が摩擦抵抗を上回った場合に生じる転倒
- b) 倒れこみ型：脚の一部を支点とした外力モーメントが自重による抵抗モーメントを上回った場合に生じる転倒

人は外力に対して重心位置を変化させたり、体勢を変えたりして安定を保つ能力があるために実際の抵抗力は変

動する。転倒基準は、様々な状況の中で人が最も危険となる条件を想定しているの、安定性を増加させる人間の動的反応を考慮せず、静的に扱っている。

汀線近傍に立つ人の場合、転倒形態は倒れこみ型である。また、波力が大きい場合には倒れこみ際に頭部が海底面に衝突することが確認された。この様な頭部の海底面への衝突が死亡事故の大きな要因と考えられる。倒れこみ型の転倒条件は、人の重心位置と倒れるときの支点との水平距離  $l_G$ 、および水平力の作用高さ  $h_G$  が主要パラメータとなっており、転倒支点周りのモーメントの釣り合いを考えると、次式で表すことができる。

$$Fh_G = W_0 l_G \quad (1)$$

ここで、 $F$  は人に作用する波力、 $W_0$  は人の水中重量である。また、作用高さは砕波後の波が作用したと考え、波圧分布を海底面を底辺とする三角形であると考え、水深の半分 ( $h_G=1/2h$ ) と仮定した。

図 - 6 は、海底勾配 1/30 および 1/100 に対して、実験における波力  $F_{exp}$  と同じ水深での転倒限界波力の計算値 ( $F_{cri})_{cal}$  との比を示している。図中に示した転倒 (x) と安定 (○) との境界が  $F_{exp}/(F_{cri})_{cal}=1.0$  付近にあることから、作用高さの仮定の妥当性が確認された。

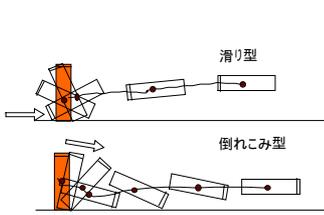


図 - 5 転倒形態

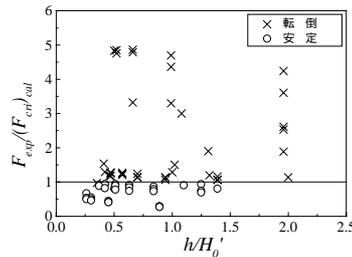


図 - 6 転倒限界

### 5. 現地における事故例への適用

図 - 7 に示すえりも町の海岸で、平成 14 年 7 月 16 日午前 8 時頃、拾いコンブ漁をしていた漁業者が波にさらわれた。その数十分後、波間に漂流しているところを発見され、病院へ搬送したがその後死亡した。この時の沖波波高は 1.0~1.3m、周期は 9~12s であった。作業中の水深は約 45cm~70cm と考えられる。

図 - 8 は、沖波波高  $H_0'=1.0m$  における、海底勾配と転倒水深の関係を示している。事故発生地点の海底勾配は 1/30 ~ 1/100 であることから、沖波波高が 1.0m のときに作業が危険となる水深は 65 ~ 100cm、(膝上から腰付近) であることがわかる。



図 - 7 事故現場

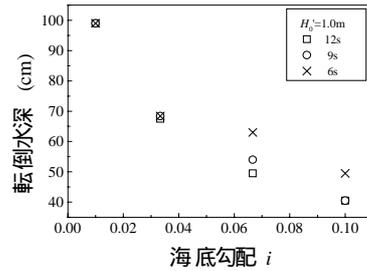


図 - 8 転倒限界水深

### 6. 救命胴衣の効果

救命胴衣の浮力は 7.5kgf (約 74N) 以上であることが安全基準により規定されている。図 9 は、救命胴衣着用時の効果を示している。縦軸には、転倒位置での水深  $h'$  を転倒時の頭部の没水深  $d$  で除して無次元化したものを、横軸には、救命胴衣による付加浮力  $B$  を人の空中重量  $W$  で除して無次元化したものをとっている。この図から救命胴衣 (体重の約 10%の浮力  $B/W=0.1$ ) を着用することで、 $d/h'$  が 0.0 となり、頭部を海底に強打する危険性がなく、また頭部が完全に没水しないことがわかる。

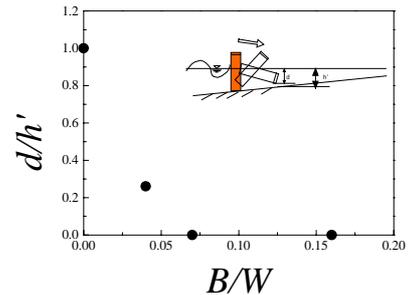


図 - 9 浮力の影響

### 7. まとめ

本研究で得られた結論は以下のとおりである。

人体に作用する波力は、周期が長くなるほど、海底勾配が急になるほど大きくなる。計算波力の妥当性を転倒実験で確認した。

現地における事故事例を分析し、事故発生時の条件を明らかにした。

救命胴衣着用が事故防止に効果的であることを明らかにした。

本研究の結果より安全に操業するための留意点としては、まず、救命胴衣やドライスーツ等を着用すること、次に、波浪予報に基づいて適切な作業水深を決定し周知させることが挙げられる。

### 参考文献

- 1) 遠藤仁彦：親水性港湾構造物の水工的諸問題に関する研究、pp136-140、1998