

大阪工業大学 正員 久保弘一
大阪工業大学 正員 井田康夫

1. はじめに

木材港分離堤の設計にあたっては、投下木材の衝突による衝撃力を正しく評価することが必要であり、この問題に関する研究はすでに各所で行われており^{1),2)} 相当の成果をあげている。一方、海面に浮遊している木材が波、流れによって漂流する形態や、これが構造物などに衝突したときに生ずる衝撃力についても問題になる場合が多い。このような問題をも含めて、水中における柱状体の運動を総合的に解明するために一連の実験に着手した。ここに、現在までに行った実験の成果について報告する。

2. 水面に投下された柱状体の運動

長さ8～10 m, 直径0.8～1.5 m, 比重0.4～0.7の木材を想定し、表-1に示すような9種のモデルを作製して供試体とした。これらのモデルを図-1のように、重心で水面上、 $H_g=25\text{ cm}$ および 50 cm の高さに釣って静止させた後、釣り糸を焼切って水面上に自由落下させ、その運動をビデオカメラで撮影した。さらにこれをモニターテレビで再現し、1/60 秒毎の位置を確認してその運動を記録した。記録の一例を図-2に示す。

表-1 モデルの種類

モデル	長さ(cm)	直径(cm)	断面積(cm ²)	体積(cm ³)	重量(gf)	比重
1	38.4	4.8	18.1	674.9	363.5	0.42
2	48.0			868.6	464.8	0.42
3	57.6			1042.3	537.8	0.42
4	38.4			674.9	363.5	0.52
5	48.0			868.6	451.7	0.52
6	57.6			1042.3	546.1	0.52
7	38.4			674.9	432.2	0.62
8	48.0			868.6	548.5	0.62
9	57.6			1042.3	647.9	0.62

これらの結果から次の諸点が明らかになった。

(1) 運動の軌跡について

自由落下した柱状体は先端Aの着水時から回転モーメントの影響を受けて水平に近づく姿勢をとりながら、最深部に達した後、浮上する。

その軌跡は釣り角度、落下高、比重によって異なるが、先端A、後端Bの軌跡はいずれも放物線に近いものとなる。

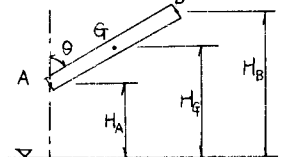


図-1 モデルの位置

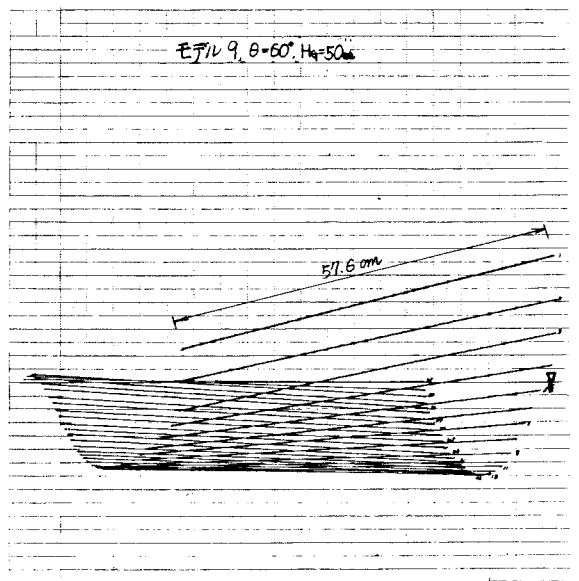
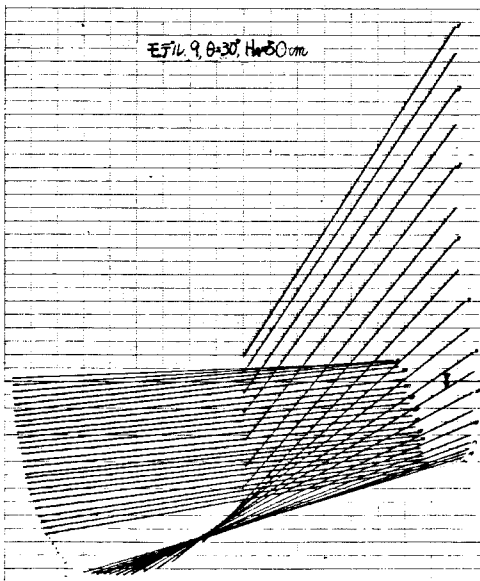


図-2 運動の軌跡

(2) 釣り角度(θ)の影響

AおよびBの軌跡は図-2にも示したように、 θ によって異なる。すなわち $\theta = 30^\circ$ の場合にはAの着水後の回転モーメントの影響が小さいため、水中で水平にならないままAから先に浮上を始める。一方 $\theta = 60^\circ$ の場合にはモーメントの影響が大きいので、最深部でほぼ水平、またはBがAより少し下になった状態からA、Bほぼ同時に浮上する。したがってA、Bそれぞれの軌跡と水面に囲まれた面積(運動面積)を比較してみると、 $\theta = 30^\circ$ の場合はAの運動面積がBに比べて非常に大きいのにに対し、 $\theta = 60^\circ$ の場合には両者著しい差はない。

(3) 落下高の影響

もちろん落下高の大きい方が最深部の深さ(Z_{max})、到達距離(X_{max})、運動面積など、いずれも大きくなる。

しかし $\theta = 30^\circ$ の場合には両者の軌跡のパターンは同一であるのに対し、 $\theta = 60^\circ$ の場合には軌跡のパターンは落下高によって異なり、 $H_g = 50\text{cm}$ の方が浮上時の水平成分の増加が大きい。これはAが最深部に達した時の柱状体の姿勢の相違によるものである。

(4) 比重の影響

落下のエネルギーはもちろん比重が大きいほど大きい。浮力および抵抗力は形状によって支配される。したがって比重の大きいほど運動面積が大きい。

(5) X_{max} と Z_{max} の関係

実験の範囲では $0.1 \leq X_{max}/l \leq 0.7$, $0.1 \leq Z_{max}/l \leq 0.5$ であるが、 X_{max}/l と Z_{max}/l を対応させてみるとほぼ 45° 線の両側に散らばる。しかし $\theta = 60^\circ$ の場合は水平成分の X_{max}/l が Z_{max}/l よりもやや大きく、これに対し、 $\theta = 30^\circ$ の場合は両者ほぼ同じか、あるいは Z_{max}/l の方が大きい場合が多い。

(6) 水平速度について

水平速度(v)と落下速度(V)の比、 v/V を最大水平速度を生ずる位置 X の無次元量、 X/l と対比させてみると、 θ が大きいほど、 X/l が小さくなる。また H_g が小さいほど、 v_{max} に達した後、急激に水平速度成分を失うが、 H_g が大きい方が v の減少はゆるやかである。

3. 柱状体に作用する水の抗力

流水中にある柱状体に作用する抗力を求める目的で図-3に示すような設備を用いて実験を行い、理論と比較検討した。

その結果、圧力抗力を主抗力とする理論よりも、造波抗力を主抗力とした理論の方により一致することを見出した。

さらに造波抗力係数(C_w)を $v = 10 \sim 35\text{ cm/sec}$ の流速について求めた結果、流速の増加に対して、 C_w は多少増加の傾向にあるが、 $C_w = 5.9 \sim 6.7$ の範囲でほぼ一定の値を得た。

4. おわりに

水中における柱状体の運動特性について広範多岐な問題を想定して実験を始めたが、まだ先達のたどった後を追跡しているに過ぎない状態である。今後、広い視野からの実験的研究を積み重ねて行きたい。

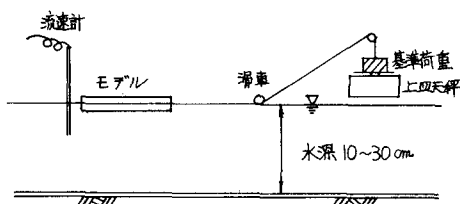


図-3 抗力の測定装置

- (参考文献) 1) 才三港湾建設局: 投下木材の挙動に関する実験報告書 昭和52年3月
2) 高・木村・菊池: 投下木材の水中挙動 才25回海岸工学講演会論文集 1978