

摂南大学大学院

学生員 ○富田 忠明

摂南大学工学部

正会員 澤井 健二

1. まえがき

図-1 は去年の春に寝屋川市内の幹線水路でボートを下ろそうとしている写真である。図から分かる様に足場が不安定であり多くの危険性をはらんでいる。

そこで安全かつ持ち運びに適した浮き栈橋の検討をするものである。



図-1 寝屋川市内の幹線水路にボートを下ろしている

2. 安定性の検討法

材料には主として発泡スチロールを用い、横断面が図-2 のような直方体を考える。ここで W_1 は浮き栈橋自体の自重、 W_2 は人を想定した荷重、 B は浮力とする。

浮き栈橋の安定性は以下の式により検討した。

$$H = I / V - a \quad (1)$$

$H > 0$ なら安定、 $H < 0$ なら不安定

ここで、 I : 水界面の最小となる

断面 2 次モーメント

V : 喫水部分の体積

a : 全体の重心と浮心との距離

上式を用いる上で必要となる浮体の傾き θ と喫水部の体積 V を求めるために次の 2 式を用いた。

$$W_1 + W_2 + W_3 - B = 0$$

$$W_1 \times X_{w1} + W_2 \times X_{w2} + W_3 \times X_{w3} - B \times X_b = 0 \quad (2)$$

(X_{ij} は力 i の j の O 点までの距離)

計算においては発泡スチロールの単位体積重量は 200 N/m^3 とした。

底面は正方形とし一辺の長さ La (m)、荷重 W_2 (kg)、荷重の重心から浮き栈橋の中心軸までの距離 Lw (cm) や浮き栈橋の厚み c (cm) 底面に設置した錘 W_3 (kg) を変えて検討する。

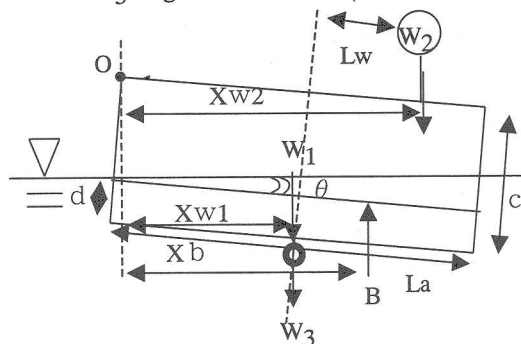


図-2. 浮き栈橋モデル

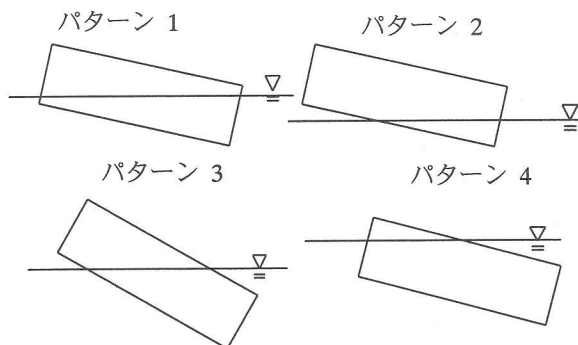


図-3. 浮き栈橋計算パターン

浮き栈橋の浮き方は図-3 の 4 パターンが考えられる。パターン 1 は底面が全て水中にある場合。パターン 2 は底面の片側が空中にある場合。パターン 3 は底面の片側が空中にあり、反対の上面が浸水している場合。パターン 4 は 3 つの頂点が水中にある場合である。ただし、浮き栈橋の比重がとても軽い

(2) ため、パターン 4 は起こらないと考え検討対象より

3. 検討結果

荷重 $W_2 = 0 \text{ kg}$, $W_3 = 0 \text{ kg}$ において $I = L^4/12$,

$V = d \times La^2$, $a = (c-d)/2$, とすると式 (1) より

$$c/La < 1 / (6 \times \sigma \sqrt{1 + \sigma}) \quad \sigma : \text{浮きの比重} \quad (4)$$

が導かれる。 $L_a=2\text{m}$, $\sigma=0.02$ とすると。

$$c < 2.85 \times L_a = 5.70 \quad (\text{m}) \quad (5)$$

となり、荷重をかけなければ厚み c は 5.70m まで安定を保てる。可搬性を考えているため $c=10\sim30$ (cm) とすると、この時浮き棧橋自体は安定した物であるといえる。以下この浮き棧橋に荷重がかかった時の検討をして行く。

図-4 は荷重 W_2 の大きさと荷重のかかる位置とを変化させた時の、浮き棧橋の傾き θ を表している。浮の厚み $c=20$ cm, 底面の一边 $L_a=2$ m とした。荷重 W_2 が軽いほど傾き θ は小さくなっており、荷重のかかる位置が中心から離れるほど θ は大きくなっている。

図-5 は荷重 $W_2=80\text{kg}$ で一定とし厚みが $c=10, 20, 30$ (cm) と違う場合について計算している。底面の一边は 2m である。パターン 1 の範囲では傾き θ に影響は見られなかったが、パターン 2 に入ってから厚みが $c=10, 20, 30$ (cm) と大きくなるほど、浮き棧橋の傾きは小さくなった。

図-6 は浮き棧橋の底面に錘 W_3 (kg) を取り付け安定を図り、 $W_3=10, 20, 30$ (kg) と変化させ、荷重 W_2 も変化させた時の傾き θ との関係を示している。厚さ $c=20\text{cm}$, 底面の一边の長さ $L_a=2\text{m}$ で一定とした。重りは底面の中心にかかる集中荷重として計算している。図-5 同様にパターン 1 の範囲では傾き θ に影響することは無くパターン 2 に入ってから錘 W_3 の重さが大きくなるほど、浮き棧橋の傾き θ は小さくなった。

図-5, 図-6 より荷重を $W_2=80\text{kg}$ と一定としていいるとパターン 1 の範囲では厚み c や底の錘 W_3 を変化させても傾き θ はどれも同じ同一線上にあった。図-7 は厚み $c=20\text{cm}$, 錘 $W_3=0\text{kg}$, 図-8 は厚み $c=30\text{cm}$, 錘 $W_3=0\text{kg}$, 図-9 は厚み $c=20\text{cm}$, 錘 $W_3=30\text{kg}$ とそれぞれ厚み c や錘 W_3 が違う場合のパターン 1 の範囲における荷重 W_2 の変化と傾き θ の関係を表している。これより傾き θ の変化は荷重 W_2 とそのかかる位置 L_w によってのみ左右されているといえる。ただし厚み c や錘 W_3 が違うことによってパターン 1 の適用される範囲が異なっている。

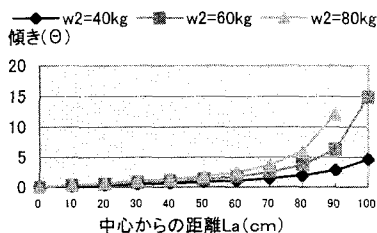


図-4 荷重の大きさとかかる位置と浮き棧橋の傾きの関係($c=20$)

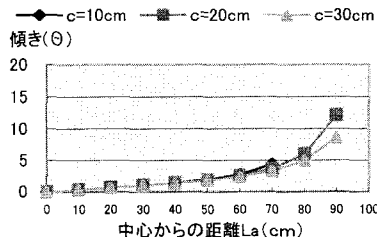


図-5 浮の厚さと荷重のかかる位置と浮き棧橋の傾きの関係($w_2=80$)

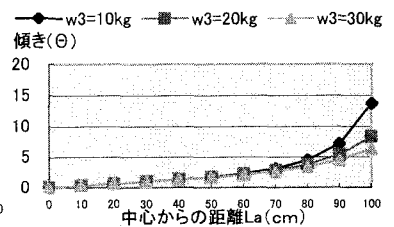


図-6 浮き棧橋の底面に付けた錘と浮き棧橋の傾きの関係($w_2=80$)

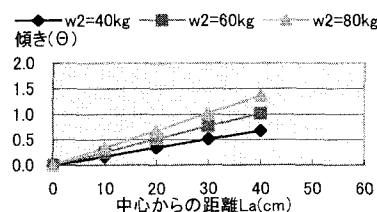


図-7 厚さ $c=20\text{cm}$ 錘 $w_3=0\text{kg}$ で一定とした時のケース 2 の範囲における荷重の大きさとかかる位置と浮き棧橋の傾きの関係

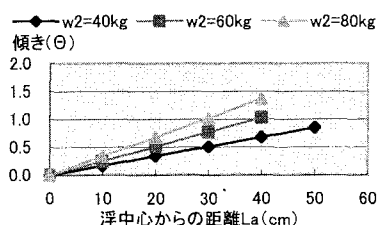


図-8 厚さ $c=30\text{cm}$ 錘 $w_3=0\text{kg}$ で一定とした時のケース 2 の範囲における荷重の大きさとかかる位置と浮き棧橋の傾きの関係

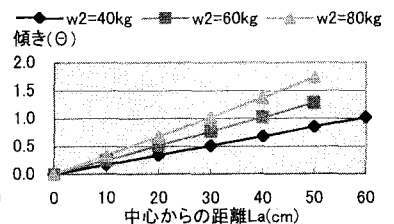


図-9 厚さ $c=20\text{cm}$ 錘 $W_3=20\text{kg}$ で一定とした時のケース 2 の範囲における荷重の大きさとかかる位置と浮き棧橋の傾きの関係

4. 考察

パターン 1 の場合はどのような荷重でも、また浮自体がどのような厚さ、重さでも傾く量は変わらない。ただし、パターン 1 の状態でいられる範囲は荷重や厚さに左右されている。

安定性を図るなら浮き棧橋の厚みを変えるよりも、底に錘をつけたほうが効果的である。