

河川内で流水圧を受ける鋼殻ケーソンの吊降時における挙動

戸田建設(株)大阪支店 正会員 関口 高志
 戸田建設(株)大阪支店 三浦 道夫
 建設省南丹国道出張所 西本 信弘

1. はじめに

本工事は、河川内に道路橋下部工をニューマチックケーソンにて設置する工事である。工程上、1 湯水期内での施工が必要であったため、栈橋上から鋼殻ケーソン（9.0x38.5x9.0 の小判型、W=342tf）を吊降ろす工法が採用された。ここで、細長くアンバランスな鋼殻の挙動を把握し、いかに栈橋に負荷をかけずに、正しい位置に設置するかが課題であった。

2. 据付ガイドの設計

鋼殻の位置を決めるため、上流側を除く 3 方向に、据付ガイドを設置した（写真-1）。下流側のガイドは、FRAME 解析で、32.1tf の流水圧（条件は表-1）を受けるものとして設計した。過去 5 年間の湯水期の最高水位（TP+7.77）に対しては、鋼殻の形状係数を、類似形状の実験値から算定し、 $K = 0.005$ とした。この時、流水圧は 11.8tf と安全側であった。

3. ガイドクリアランスの設定

下流側のガイドクリアランスは、流水圧による鋼殻の移動と、河床勾配による鋼殻の傾斜を考慮し、80mm とした。

3-1 流水圧による移動

流水圧を、0.48tf（条件は表-2）とし、図-1 より、モーメントの釣合を、 $S \times L = (W - U) \times X$ として、 $X = 22\text{mm}$

3-2 河床勾配による傾斜

河床勾配による鋼殻天端の傾斜量は、鋼殻設置部の河床勾配（ $i = 0.65\%$ ）より、 $X = 9,000 \times 0.65 / 100 = 58\text{mm}$

4. 実施工時の挙動

着水後の鋼殻の挙動は、流水圧による移動が 54mm、河床勾配による傾斜が 26mm であった。また、1 ロットのコンクリート打設後に、河床勾配による傾斜が 50mm となった。なお、着水直前時のガイドクリアランスは、68mm であった。

5. 河川内への吊降時における形状係数

図-2 より、モーメントの釣合は、 $S \times L = (W - U) \times X$

5-1 流水圧（S）

河川内への吊降時に、鋼殻が受ける流水圧を、平均流速（ V_m ）を用いた場合と最大流速（ V_0 ）を用いた場合で表わす。ここで、それぞれの場合の形状係数を、 K 、 K' とする。

$$S = K \times V_0^2 \times A = K' \times V_m^2 \times A$$

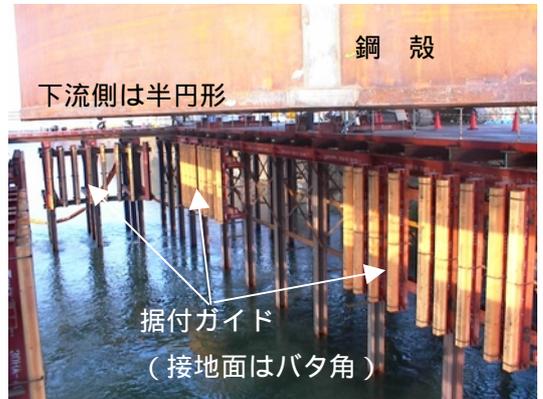


写真 - 1 据付ガイド

表 - 1 流水圧の設計条件(ガイド設計時)

水位 (河床)	TP+5.97 (TP+2.90)	過去 5 年の 12 月の最高水位
粗度係数	$n=0.02$	一般値で安全側
形状係数	$K=0.04$	道路橋示方書
河床勾配	$i=0.26\%$	550m 区間で実測
最大流速	$V=5.39\text{m/s}$	$1/(n \cdot h_0^{2/3} \cdot i^{1/2})$

表 - 2 流水圧の設計条件(クリア設定時)

水位 (河床)	TP+4.40 (TP+2.76)	実際の水位
粗度係数	$n=0.08$	550m 区間で実測
形状係数	$K=0.04$	道路橋示方書
河床勾配	$i=0.26\%$	550m 区間で実測
最大流速	$V=0.90\text{m/s}$	$1/(n \cdot h_0^{2/3} \cdot i^{1/2})$

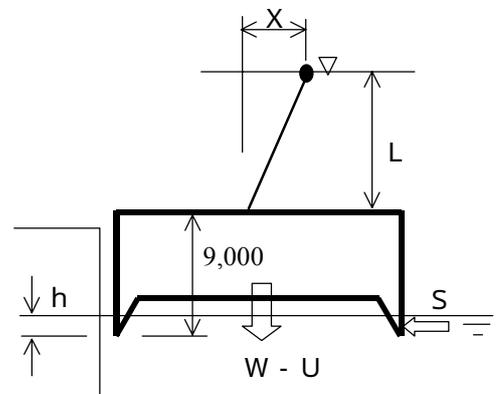


図 - 1 モーメントの釣合

キーワード：鋼殻ケーソン、鋼殻吊降、据付ガイド、流水圧、形状係数

連絡先（住所：大阪市西区西本町 1-13-47 新信濃橋ビル・電話：06-6531-7981・F A X：06-6531-9898）

ここで、河川内における水深と流速の関係を、図-2のようにモデル化する。最大流速は、 $V_0 = 1 / (n \times h_0^{2/3} \times I^{1/2})$ で表される。ここに、粗度係数は、実測値により、 $n = 0.08$ 、吊降時の水深： $h_0 = 1.64\text{m}$ 、河床勾配： $I = 0.65\%$ として、 $V_0 = 1.4\text{m/s}$ となる。 V_m と V_0 の関係は、鋼殻の着底時（着水深さ： $h = 1.0h_0$ ）で、 $V_m = 0.85V_0$ とし、一般には、

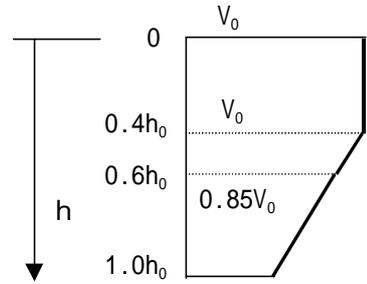


図 - 2 水深と流速の関係

・ $0 < h < 0.4h_0$ で、 $V_m = 1.0 \times V_0$
 ・ $0.4h_0 < h < 0.6h_0$ で、

$$V_m = (1.3h - 0.06h_0 - 0.375h^2 / h_0) / h \times V_0$$

 ・ $0.6h_0 < h < 1.0h_0$ で、 $V_m = (1.163 - 0.313h / h_0) \times V_0$
 ここで、 V_m と h の関係を、図-3に示す。

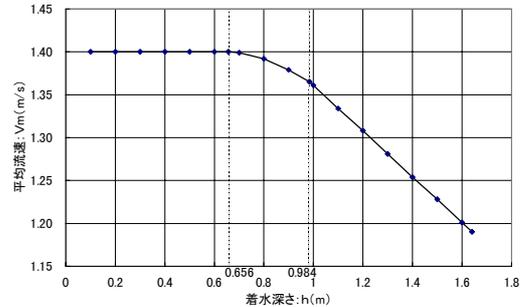


図 - 3 V_m と h の関係

5 - 2 流水圧以外の釣合式の各項

流水圧のアーム長（ L ）は、鋼殻の天端からジャッキまでとし、 $L = 11.1 + h$ とする。鋼殻自重（ W ）は、吊材、吊金具の自重まで考慮し、 $W = 355 + 0.81h$ とする。浮力（ U ）は、三角形の刃先部分に対し、 $U = 28.46h^2$ とする。鋼殻の移動量（ X ）は、実測値による $X - h$ 関係より、近似的に、 $X = 0.0332h$ とする（図-4）。

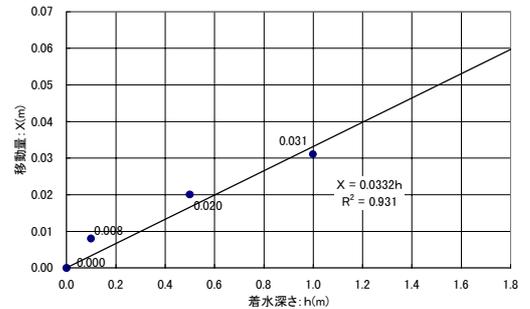


図 - 4 X と h の関係

5 - 3 形状係数： K' の算定（ S を V_m で表示した場合）

形状係数： K' を、 h の関数で表す。

$$K' = (355 + 0.81h - 28.46h^2) \times 0.0332 / (V_m^2 \times (99.9 + 9.0h))$$

 ここに、 $0\text{m} < h < 0.656\text{m}$ で、 $V_m = 1.4\text{ m/s}$ （以下、同単位）
 $0.656 < h < 0.984$ で、 $V_m = (-0.138 + 1.82h - 0.32h^2) / h$
 $0.984 < h < 1.640$ で、 $V_m = 1.628 - 0.267h$

以上より、着水深さ： h に関わらず、 $K' = 0.056$ （図-5）

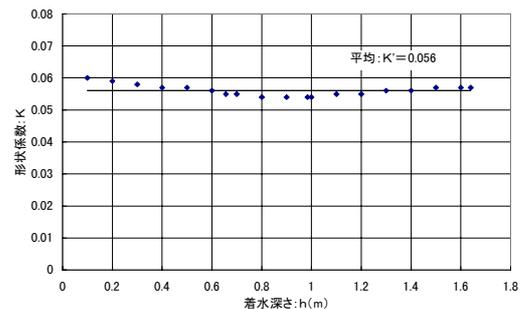


図 - 5 K' と h の関係

5 - 4 形状係数： K の算定（ S を V_0 で表示した場合）

V_m と V_0 の関係を元に、形状係数： K を、 h の関数で表す。

$$K = (355 + 0.81h - 28.46h^2) \times 0.0169 / (99.9 + 9.0h)$$

$$= -0.0121h + 0.0624$$
（より簡易な一次式で近似）

以上より、 $0\text{m} < h < 1.64\text{m}$ で、 $K = 0.062 \sim 0.043$ （図-6）

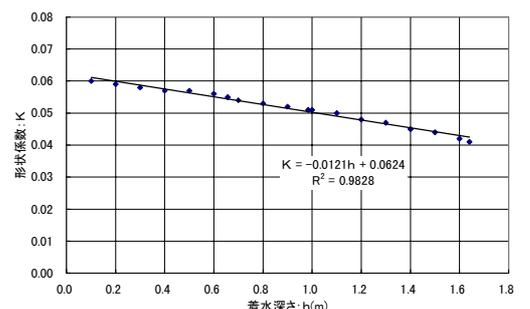


図 - 6 K と h の関係

6 . 吊降時の水位と鋼殻の移動量との関係

水位： h と移動量： X の関係は、 $X = 54 + 0.0332h$ で表される（設計上の施工時水位：TP+7.77では、 $X = 224\text{mm}$ ）。

7 . まとめ

通常の設計で用いる形状係数は、着底時（ $h = 1.64\text{m}$ ）の $K = 0.043$ であり、道路橋示方書の値（ $K = 0.04$ ）とほぼ一致した。また、河川内へ沈設中のケーソンの挙動について、 h をパラメータとして諸変数をまとめたことにより、モデル化できた。ケーソンの平面位置について、各ロットでの管理基準値は、 300mm であるが、実施工時の偏芯量は、着底後で 24mm 、1ロットのコンクリート打設後で 37mm と、精度良く施工できている。鋼殻が、長短比4:1と細長いので、今後、姿勢管理に留意しつつ、精度良く沈設を進めていきたい。