

IV-18 ケーソンのひずみ測定および模型実験について

正員 京都大学工学部

工博 岡田 清

○正員 京都大学工学部

西林新蔵

正員 京都大学工学部

南条毅一

§1 まえがき

長大ケーソンは内外の諸港湾あるいは基礎構造物に広く使用されているが、外力が作用した場合ケーソン各部に生ずる応力、たわみなどを実験的にあるいは実物ケーソンについて測定した例が少い。しかし経済的設計、耐久性などの見地から、また万測の外力が作用したときの応力発生状況を知る目的からも模型や実物による応力測定が必要となってくる。ケーソンの設計においては横隔壁を適当に入れた上で、構造全体としてははりとして取扱ひ、土圧、水圧に対しては壁の何々の部分と取出して三辺固定版とし、底版には四辺固定版として設計している。ここでは壁部を三辺固定版として実測から、構造物全体としては模型実験から考察する。

§2 ケーソンのひずみ測定結果

長さ35m、巾8.5m、高さ

9.8mの長大ケーソンにカー

ルソン型ひずみ計および同

型鉄筋計を使用してひずみ

を測定した。実験設置時壁

体に作用する荷重は水圧のみである。

水圧の作用状態は図-1, 2 のようになる。

壁体は三辺固定一辺自由版として、普

通階差法(坂静雄:建築学会論文集1)およ

びZurmiühlの改良階差法(成岡昌夫:土木学

会誌Vol.44, No.7)による計算値と理論値とし

て測定結果と比較した。測定値は少な

いが、2, 3を除き理論値よりも小さく

Zurmiühlの解に近いことがわかる。沈下

終了後後締切時においては図-3のよう

な荷重状態が考えられ結果を表-1に示

す。測定値は理論値よりも小さく、外

壁に関する限りZurmiühlの解を用いて応力計算を行った方が経済的設計ができると思われる。

§3 模型実験の結果とその考察

(i)モルタル製模型 : 模型には普通ポルトランドセメントを使用し、配合は1:2, ㊦=45%とした。またこのモルタルの静弾性係数 $E=2.96 \times 10^4 \text{ kg/cm}^2$ である。模型は4種類(図-4)、それぞれ5個ずつ製作し4通りの実験を行った。曲げのみの実験結果を要約すると、模型Iを除けばほぼはりの理論に近い値を示している。横隔壁の16Ⅰ, I, IIIと横隔壁のあるII, IVと比

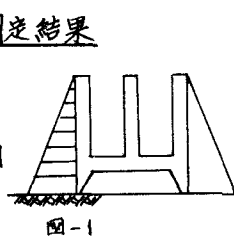


図-1

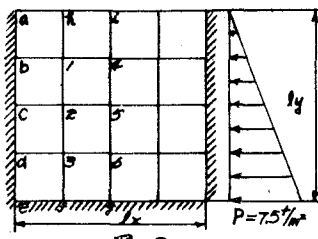


図-2

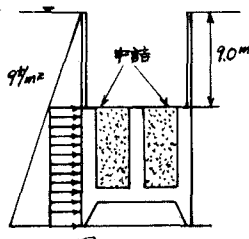


図-3

表-1 ひずみ実験結果

格 点	沈下沈下時のひずみ						沈下後のひずみ(沈下終了後締切時)					
	普通階差法	Zurmiühlの解	理論値	普通階差法	Zurmiühlの解	理論値	普通階差法	Zurmiühlの解	理論値	普通階差法	Zurmiühlの解	理論値
a	-106.7	17.9	-77.3	15.5	-26.2		-96.8	16.3	-147.2	24.6	-47.0	
b	-28.6	16.7	-136.1	22.6	18.3		-28.9	16.3	-153.8	25.4	23.3	
c	-136.7	21.8	-148.7	26.6			-76.2	12.7	-142.1	23.3		
d	-105.6	12.5	-82.1	14.7			-77.8	3.2	-75.2	11.9		
e					-26.2						91.7	
f	37.8	-87.3	19.4	-4.8			13.1	-2.4	24.2	-6.3		
g	37.7	23.8	30.6	6.5			24.6	23.6	25.0	7.2		
h	50.4	61.1	37.3	20.3			27.8	54.4	22.6	18.3		
i	28.5	46.8	24.6	17.9			9.1	6.0	14.3	7.5		
j	34.5	-206.4	18.3	-75.8			23.8	-154.4	9.5	-56.7		
k	81.0	124.2	47.2	-10.2	37.7		63.9	107	26.8	-20.6	68.9	
l	78.2	27.8	77.4	15.1	22.7		68.7	30.6	92.1	-2.0	37.7	
m	75.0	24.6	71.8	31.0	18.5		61.9	68.3	73.0	16.7		4.9
n	68.0	63.5	36.5	22.2	34.6		25.8	2.8	34.1	7.1		9.9
o	37.7	-225.3	22.6	123.4	30.8		29.0	-149.8	16.3	-98.4	22.6	

較すると後者の方がより理論に近い結果が表われている。これは横隔壁が外壁、縦隔壁の版としての変形を拘束し、全体としてはりの働きを示すからであらう。縦隔壁があって横隔壁のないⅢの場合外壁よりも隔壁に大きいひずみが生じているが、この傾向はねじりを伴う実験の場合にも見られた。破壊荷重、Max. Moment、Torque Momentは表-2に示す通りである。

これより頂部が引張を受けるときねじりせん断力の影響が大きくなり、破壊荷重は純曲げ試験のそれよりも小さい。横隔壁があることによりせん断破壊が防止されているように思われる。破壊に現われているねじりの影響は、ⅠⅢはせん断破壊の傾向が大きい、ⅡⅣはあまり現われていない。

(ii)硬質塩化ビニール製模型：塩ビ模型は2種類(Ⅰ)60×24×45(Ⅱ)60×11×10.5(cm)製作し、それぞれ3種類の実験を行った。曲げのみの試験では(Ⅰ)はあまりはりの理論と合わないが、(Ⅱ)はほぼ理論値に近いひずみが生じていた。ねじりを伴う曲げ試験の場合も同様である。またいずれの場合も引張側のひずみは理論値よりも小さく、モルタル模型の結果をも合わせ考えると横隔壁の効果の表われであらう。(詳細は講演会当日のべる)

これら実験結果に定量的な考察を行うことは困難で、とくに構型断面のねじりは曲げ応力とねじりせん断応力の合応力に約合、それぞれの支持トルクはねじり角の函数として表わされる。実際にはトルクを決定できればこれに対するせん断力は外壁のみに生じ、その大きさは外壁全断面に等分布すると考えれば充分である。

5.4 結語

模型実験より得られた結果を要約するとつぎのとおりである。

- (1)縦隔壁は構造物全体の剛性を高め、曲げに抵抗し横隔壁と共に力の伝達に重要な働きをする。
- (2)横隔壁は外壁、縦隔壁の版としての変形を拘束し構造物のはり理論への近似性を高める。
- (3)はり理論の適用性については特異な形状のもの以外ははり理論を適用して差支のない程度の近似性を示した。
- (4)ねじりモーメントの大きさはケーソンの中に比例する量であり、中の広いケーソンを設計するときにはとくにねじりの影響を考慮する必要がある。
- (5)頂部が引張側になるとき最も悪い影響をうけるので、頂部の鉄筋量を充分に多くし、また外壁、縦隔壁の頂部の断面を大きくし頂部にはりバのつたような断面(一種の水平骨格式ケーソン)にするのが構造的に最も良いように思われる。

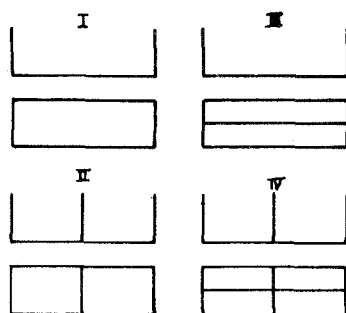


図-4 モルタル製模型ケーソンの種類

表-2 モルタル模型破壊試験

	破壊荷重 (kg)	曲げモーメント (kg-cm)	ねじりモーメント (kg-cm)
I-1	1847	19900	—
2	410	8080	4270
3	480	6350	3360
4	492	7450	4850
4	1892	20900	13740
II-1	1107	11900	—
2	702	9300	4900
3	858	11370	4010
4	492	7450	4840
4	1108	11900	7760
III-1	1782	19100	—
2	252	9600	5240
3	860	12730	4020
4	868	9350	6080
4	1782	19100	12470
IV-1	1348	16300	—
2	1524	20200	10670
3	1330	17600	9310
4	1090	11700	7630
4	1700	18300	11900