

琉球大学 正員 大城 武  
 琉球大学 正員 原田 純夫  
 東洋コンクリートKK 渡邊 次道典

1. まえがき

暗渠として、二次製品のホッフスカルバートが普及されて以来10年以上にもなり、現在では、下水、雨水溝として、二次製品のホッフスカルバートの占める割合は非常に大きくなっている。二次製品の特徴は、製品の充分な管理、フレストレスの導入の容易さ、工費などのものの軽減である。P.S.C.ホッフスカルバートは頂版と底版にのみフレストレスが導入され、なお、アンボンドのポストテンション方式である。

ホッフスカルバート製品の破壊試験は、数多く行われているが、使用側の要求で行われることが多いので、単に引びわれ荷重と破壊荷重のみを調べられることになり、力学的な種々の挙動に対しては余り報告されておらず、ここでは、2個のP.S.C.ホッフスカルバート（内径3m、内高1.5m）の破壊試験を行い、下向き、上向き分布、引びわれ分布、破壊荷重等と理論値と比較検討した。

2. 実験

試験に用いたホッフスカルバートは図-1に示す法を有している。コンクリートは表-1に示す配合で練られ、同様のコンクリート強度は400 Kg/cm<sup>2</sup>である。28日強度は450 Kg/cm<sup>2</sup>であり、試験時にカルバートから直接抜き取り、下供試体の強度は約600 Kg/cm<sup>2</sup>であり、鉄筋にはSD30が用いられており、PC鋼棒としては降伏応力107 Kg/cm<sup>2</sup>のものが用いられている。供試体の頂版、底版には4本のPC鋼棒があり、それぞれ29tonのフレストレスが導入され、合計216tonの導入力となる。

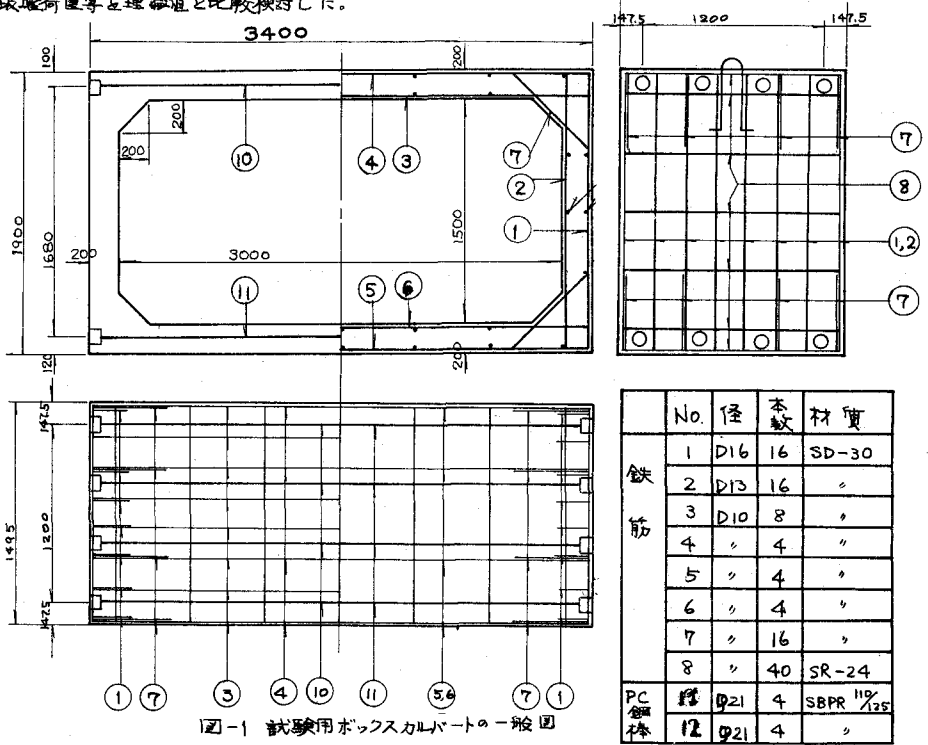


図-1 試験用ホッフスカルバートの一般図

セメント	水	粗骨材	粗骨材	水セメント比
390kg	182kg	764kg	1034kg	45%

表-1 コンクリートの配合

供試体は図-2のように砂上にセットされ、100 ton 油圧ジャッキで載荷された。荷重はボッフスの中央に

束の積荷重とした。

### 3. 理論

一般にボックスカルバートの反力分布は弾性支持上のはりと同じであるが、ここでは、等分布反力を仮定する。曲げモーメントはたわみ角法により求める。たわみ（頂版および底版中央の相対たわみ）は、この曲げモーメントを用い、仮想仕事の原理から、

$$\delta = \int \frac{M_1 M_2}{E I_1} ds - \int \frac{M_1 M_2}{E I_2} ds$$

よりえられる。ここで、 $M_1$ 、 $M_2$  は、それぞれ頂版および底版を単純ばりとして、中央に仮想荷重1を与えたときの曲げモーメントである。クラックが生じた後のボックスの剛性はBramsonの公式を用いると、

$$I_e = (Mcr/M)^3 I_g + [1 - (Mcr/M)^3] I_{cr}$$

よりえられる。 $I_g$ 、 $I_{cr}$  はそれぞれ全断面有効の断面二次モーメント、およびクラックが生じた後の断面二次モーメントである。 $Mcr$ はクラックモーメントで、 $M$ は最大曲げモーメントである。

破壊耐力はコンクリートに対し、応力を0.85 $f_c'$ とした矩形の応力-ひずみ、鉄筋およびPC鋼棒に対し降伏応力を仮定して計算できる。ボックスの破壊に対する塑性ヒンジを図-3のように仮定すると破壊荷重 $P_u$ は $(2M_{u1} + 2M_{u2})/L$ よりえられる。ここで、 $M_{u1}$ 、 $M_{u2}$ は頂版および側壁の塑性耐力である。

### 4. 実験および計算結果

実験および計算結果の一部を図-4、図-5、図-6、および表-2に示す。

なお、この実験は東洋コンクリートK.K.とつわね、協力して頂いた同社社員及び琉球大学土木工学科の橋梁研究室の学生諸氏に感謝致します。

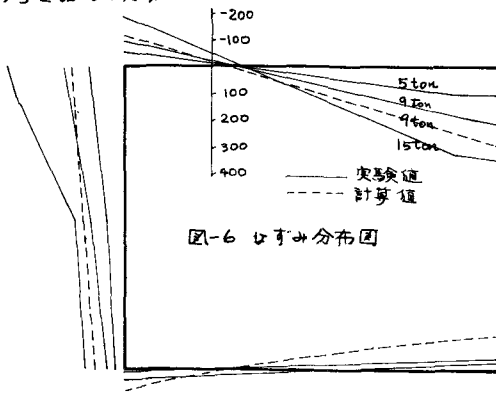


図-6 たわみ分布図

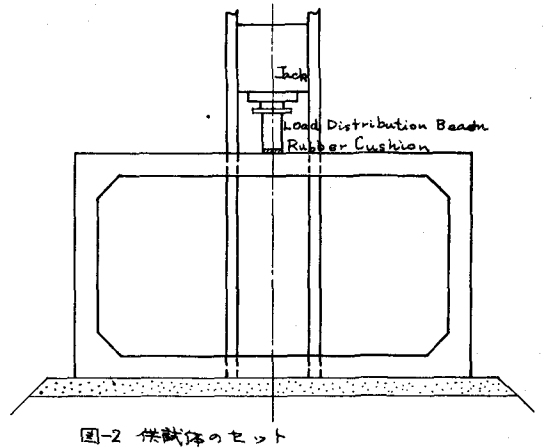


図-2 供試体のセット

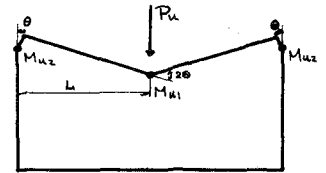


図-3 塑性ヒンジの位置

表-2 つわねれ荷重、破壊荷重

	ボックスA		ボックスB	
	理論	実験	理論	実験
つわねれ荷重	18.0	18.0	22.5	20.0
破壊荷重	36.9	43.0	38.2	44.0

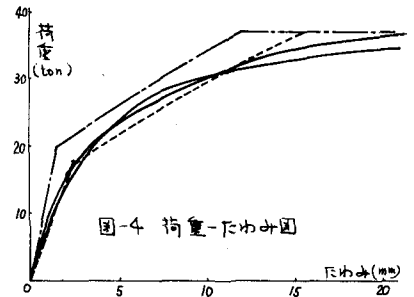


図-4 荷重-たわみ図

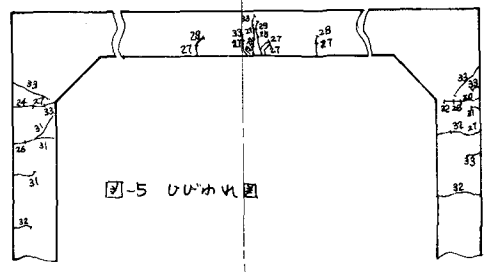


図-5 つわねれ図