

V-7

軸方向集中荷重を受けるコンクリートパイプの応力分布に関する実験

九州大学 工学部 正員 徳光善治
 “ “ 正員 石川達夫
 “ “ 学生員 大和竹史

I. まえがき

コンクリートパイプは製作の容易さ、耐久性、価格低廉などの特徴により数多く用いられているが、最近、超硬練りコンクリートを用いて非常に強い外圧強度を有するパイプが製作されてきている。このパイプを布設する場合、掘さくして落とし込むとは問題はないが、横穴を掘ってパイプを押し込む場合には、パイプに軸方向集中荷重が作用することになり、集中荷重が大よくなるとパイプにひびわれが生じることがあった。このため、模型パイプに軸方向集中荷重を載荷して応力分布を実験的に調べてみた。

II. 実験概要

実験に用いたコンクリートパイプは遠心力パイプで、製作手順は初速3分にて3分間、コンクリートをならし5分まで2分間で加速し、8分間締め固め、1分間で減速するものであり、のちに蒸気養生したものである。使用セメントはフライアッシュセメントB種(比重2.96)、細骨材は比重2.59、粗粒率2.62、粗骨材は比重2.82、粗粒率5.90である。コンクリート配合は $w/c = 36.3\%$ 、 $s/a = 45\%$ 、水 $= 200 \text{ kg/m}^3$ 、セメント $= 550 \text{ kg/m}^3$ 、砂 $= 715 \text{ kg/m}^3$ 、粗骨材 $= 953 \text{ kg/m}^3$ でスランプは7.1cmである。標準供試体($\phi 10 \times 20 \text{ cm}$)は各材料につき3本作製し標準養生を行ない7日、28日で圧縮強度試験を行なった。その結果、7日強度は 398 kg/cm^2 、28日強度は 506 kg/cm^2 であった。

コンクリートパイプ模型の寸法は図-1に示す様に厚さ3cm、高さ30cmで外径25cmである。載荷形式は図-2に示す様な半円形断面を有する鉄片を用いるものとし、載荷位置はゲージ位置よりパイプ外周に沿って0、25、50、100cmの所とした。測定は図-1に示す箇所直交型3方向ゲージを貼付しひずみ測定を各荷重段階毎に測定した。荷重は1ton(片方500kg)で零セットを行ない、2t、3t、4tで測定を行なった。

III. 実験結果

載荷幅が3.8cmの場合の荷重下鉛直面における最大主応力 σ_1 、最小主応力 σ_2 、最大せん断応力 τ_{max} を各点における3方向ゲージから算出し図-3、図-4に示す。載荷位置を変えて行なったデータより、載荷重直下付近の鉛直面の σ_2 の分布を図-5、図-6に

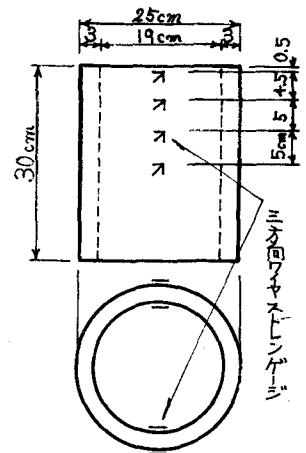


図-1

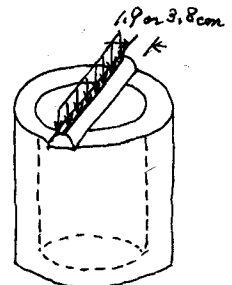


図-2

示し、 σ_2 の等応力度線を破線で示した。
荷重方向をy軸に、荷重直角方向をx軸
にとり各々の方向の応力を σ_y, σ_x とする。
図-7は載荷点より鉛直距離が0.5, 5, 10, 15
cm はなれた水平面上の σ_y 分布を示し、
図-8には載荷軸上に沿う σ_x の分布を示す。
また横ひずみの分布を図-9に示す。

IV. 考 察

パイプ上端に集中荷重が作用し下端は全
面で支持されている場合、鉛直方向応力
の分布は上端から下端に移るにつれて不
連続分布から連続分布になってゆく。こ
ののために水平方向と水平方向および鉛直
方向のせん断力が生じなければならない
から、上端より鉛直方向応力分布が大体
連続となるまでの区間では横方向に引張
を受けることになる。しかし、この σ_x の
分布は複雑であり、 $\sigma_x=0$ である零点は荷
重幅がせまくなれば上端に近くなり、荷
重幅が大きくなれば遠くなる。この零点
を知る為に水平方向にゲージを並べて貼
付する必要があるが今回は鉛直間隔が大
きいのて零点を正確に求めることは出来
なかった。しかし、実用上は、あらゆる
部分について弾性状態を明らかにするこ
とは不必要であり、最も危険な断面につ
いての応力を調べれば実用に供し十分で
あると考えられる。図-3と図-4を比較し
てみるとパイプの外側と内側におけるひ
ずみ、したがって応力は平均しておらず、
内側の方がかなり、その絶対値が大であ
る。この理由としては、遠心カパイプで
あるから、外側と内側でコンクリートの
強度、弾性係数が違っていること、図-2
に示した様な載荷時に線荷重を加えるわ
けであるから、荷重分担が様でなく

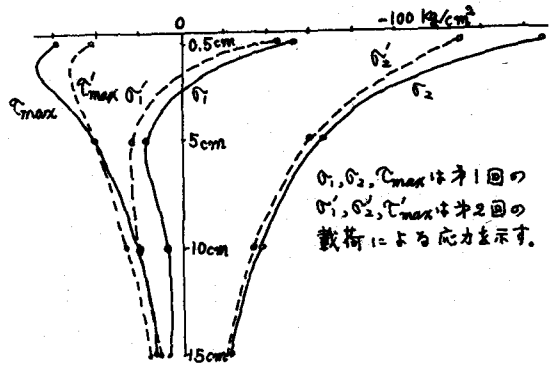


図-3. 荷重3t, 荷重幅3.8cm
パイプ内側

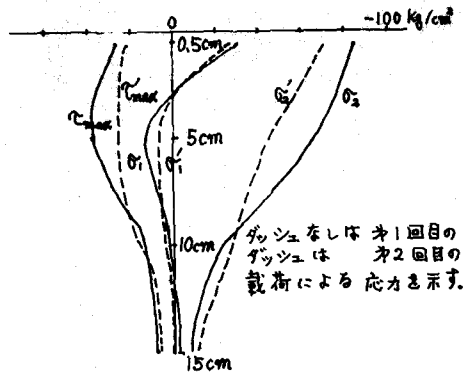


図-4. 荷重3t, 荷重幅3.8cm
パイプ外側

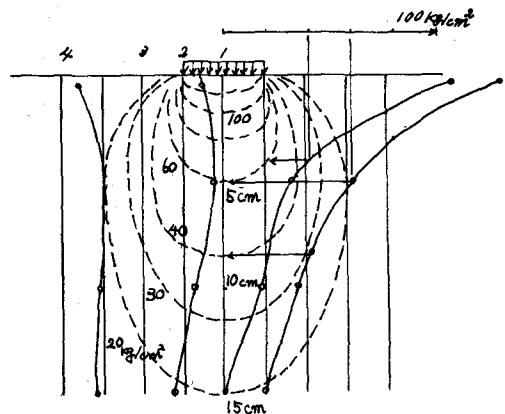


図-5. 荷重3t, 載荷幅3.8cm
パイプ内側

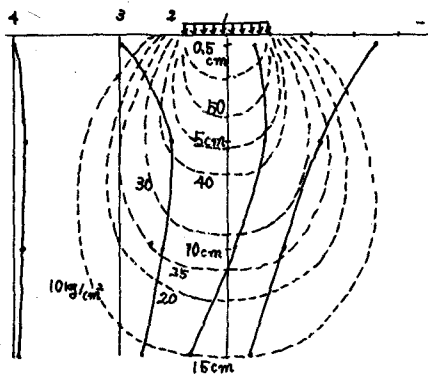


図-6. 荷重3t, 載荷幅38cm
パイプ外側

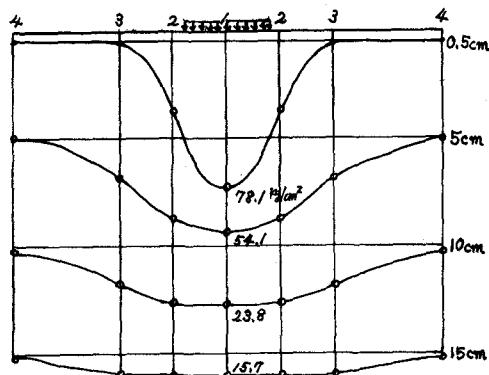


図-7 荷重3t, 載荷幅38cm
 σ_y 分布 (パイプ外側)

内側で大きく外側で小さくなり、半径方向に
梯状分布をしめすこと等が挙げられる。

V. あとがき

本実験がコンクリートパイプの補強筋配筋方
法に寄与することはデータ不足で無理である
が、応、弾性内の応力分布が得られたことは
今後の課題として、最も不利な箇所の応力と
載荷重との関係を定量的に明らかにしなけれ
ばならない。これが明らかになれば、施工時
にひびわれがはい、て破壊するのを軽減する
為の鉄筋量やその配置位置が決定できるわけ
である。

本実験に力をあずかりました奥村組と
白石文雄氏に深謝いたします。

参考文献

Analysis of Stress and Strain : McGRAW-HILL

ポラストコンクリート : Y.ギヨン

The Theory of Flow and Fracture
of Solid : NADAI

The Theory of Elasticity : TIMOSHENKO
AND GOODIER

MÉMOIRES ABHANDLUNGEN
PUBLICATIONS

応力測定法

: ASSOCIATION INTERNATIONALE DES PONTS ET CHARPENTES
ONZIÈME VOLUME . 1951

: 応力測定研究会編

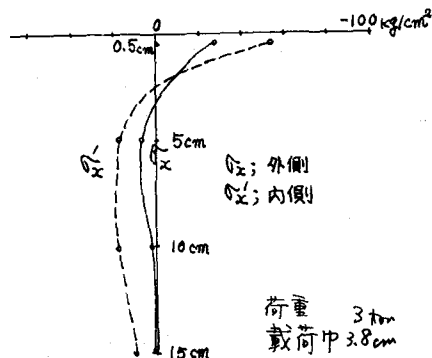


図-8 σ_z 分布

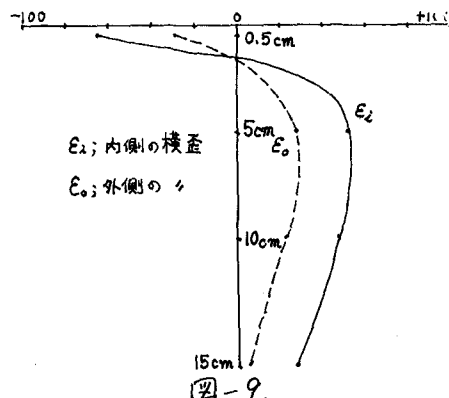


図-9.