

## 参 考 資 料

土木學會誌 第十六卷第八號 昭和五年八月

# 鐵筋コンクリート拱の實驗室試験

(Laboratory Tests of Reinforced Concrete Arch Ribs, W. M. Wilson,  
University of Illinois Bulletin 202, 25, Feb. 1930.)

最近鐵筋コンクリート拱に関する研究が再燃して來た。惟ふに均質な拱の計算理論は勿論疑ふ餘地のない所であるが、使用材料が鐵筋コンクリート等であると材料に就てなす假定の適否が拱の計算の正確さに大なる影響を及ぼして來る。この點に就ては未だ研究の餘地があるので、本研究もその一つである。

### 1 試験方法

試験に用ひた拱は第一圖に示すが如き無鉸拱十數本で、断面の四隅に一本宛の軸鐵筋を入れてある。拱が繊弱率の大小によつてどれ程強度を變へるかを見る爲に拱の中を、夫々 8 in., 6 1/2 in., 4 1/2 in., 及び 3 1/2 in. とし之れに應じ鐵筋の太さも各 1/2", 7/16", 3/8", 及び 5/16" にしてある。拱は等布荷重 (第二圖 6 箇所に等しき單荷重をかく) であるから肋筋や曲筋を

第一圖 試験に用ひたる拱の側面圖

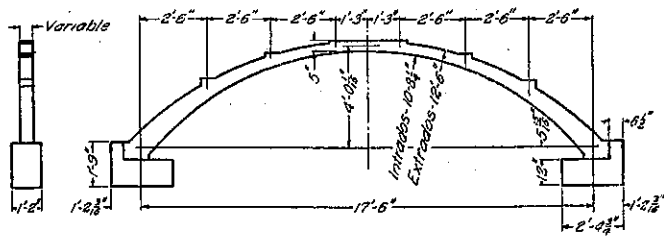
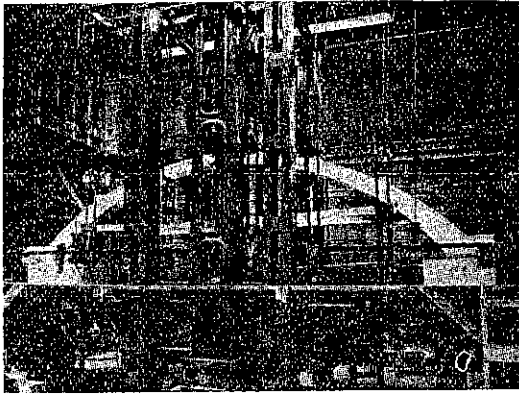


FIG. 1. ELEVATION OF EXPERIMENTAL ARCH RIB

有して居らない、鐵筋比は何れも拱頂で 1.96% である。其他巾 6 1/2 in. 軸鐵筋 1/2" 4 本の内部に、1/4" 鐵筋を螺旋 (歩み間隔 1") に卷いた拱數本をも作った。型枠は巾を加減し得る鑄鐵製で、コンクリートは 1:3.22:2.92 (容積比にて 1:2.8:2.8 茲に砂利とは 4 番篩以上のもので、拱が小さいので骨材を小さくしてある) 砂の細率 3.32, 砂利の細率 6.42, 水セメント比は 0.69 (容積比にて 1:1.1) である。コンクリート標準試験體の最大抗壓強度は 2300 より 3510 #/sq. (試験日は製作後約 35 日目) に及んで居る。彈性係数は應力を求むる場合には平均應力變形關係により又橋臺の移動及び廻轉に依る影響を見る場合には 25 000 000 #/sq. と假定した。

實驗裝置は第二圖に示す如く、その載荷方法の詳細は第三圖に示す通りである。拱の三不靜定反力は繫材の伸びを extensometer にて測つたり又はスプリング壓力計等に依つて測定し

第二圖 試験中の拱



た。應力は strain gauge に依つてコンクリートの縁維及び鉄筋に就て調べた。

2 試験結果

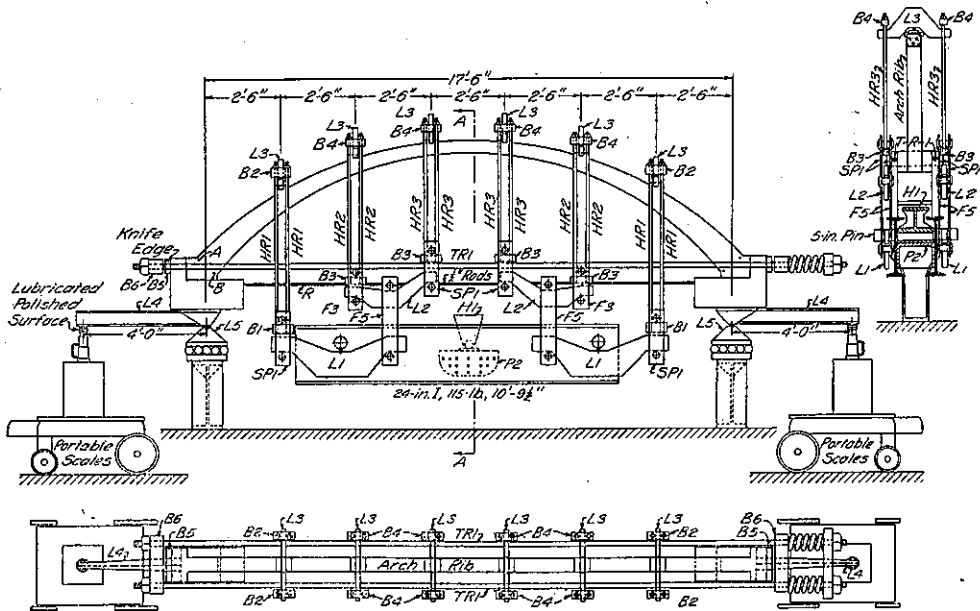
試験の目的及び其の目的に應じて行つた試験の結果並に結論は次の通りである。

(a) 彎曲率及び水平推力等各反力の値

第四圖の如き載荷方法に依り、單荷重を6箇所にて均等に支へしめた結果、計算によれば1000 lbs.の單荷重は542 lbs.

の水平推力を生ぜしむる割合であつた。然るに實驗の結果之れが殆どよく一致する事を知り得たし、拱端の彎曲率も同様によく計算と一致する結果を示した。

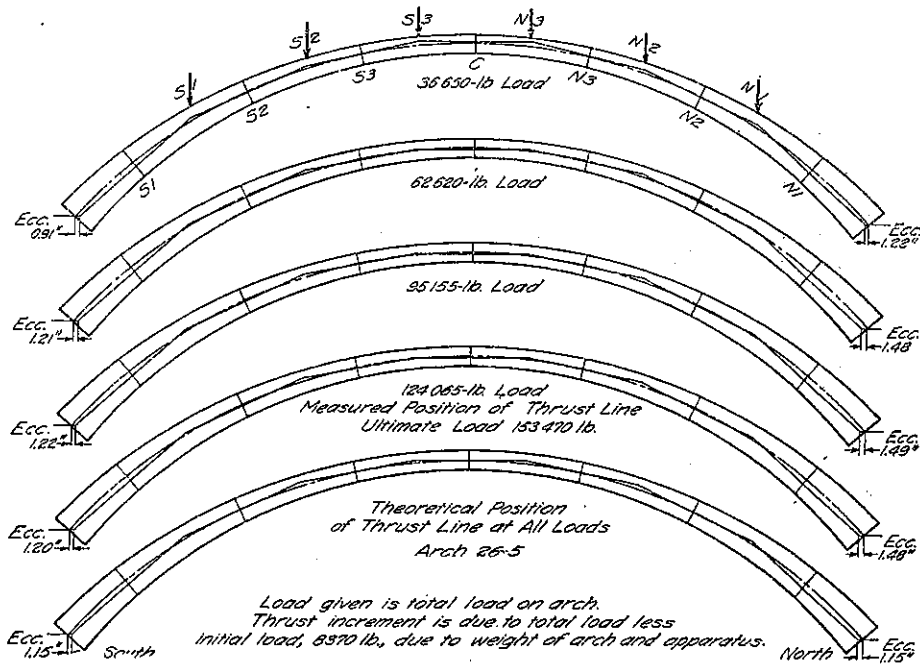
第三圖 拱に對稱的載荷を生ぜしむる機械裝置



(b) 拱斷面の應力分布

strain gauge に依る應力の測定は彈性係數の採り方に依つて左右されるから、多少疑問なきを保し難い。然し此の場合は拱の軸力が計算及び實測値から導き出せるから、此の軸力より逆に應力を檢算し得て比較的に正しく實驗應力を定むる事が出来る。

第四圖 拱 26-5 の理論及び實驗に依る反力線の位置の比較 (對稱的載荷)



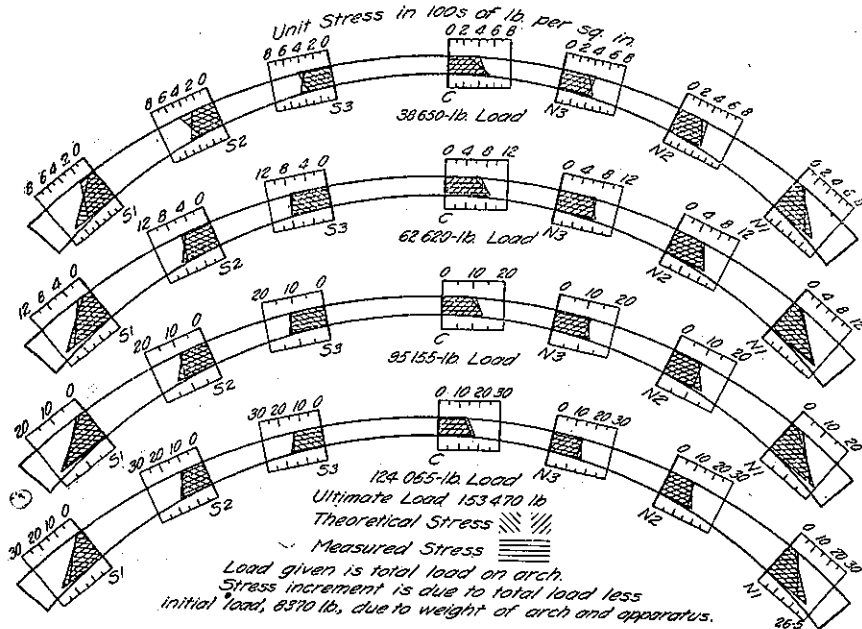
大體に於て拱斷面の應力は、その斷面に中心軸力のみ來る場合（即ち反力線の作用點がコンクリート斷面の中心點と距る距離所謂偏心距離が甚だ小なる場合）には、計算とよく一致する。之れに反し大なる彎曲率を伴ふ場合には實驗に依つて求めた應力の方が計算値よりも甚だしく小い（第四圖及び第五圖参照）。

茲に前者の兩應力が一致すると云ふ事は反力線が理論的豫想と一致せる位置にある事を示し、又後者の兩應力が彎曲率の伴ふ場合不一致を見るのは次の二事實に依るものである。先づ歪みを應力に直す場合に假定する  $E$  の價が適當に假定し得られぬ事と、拱斷面の應力の計算に於て實際に於ては拋物線的に分布する應力を、直線的分布の如く考へて計算する結果に依るものである。

#### (○) 拱の破壊點

理論上最大應力の來る點で拱は破壊せず、多くは拱頂で破壊した。此の原因は色々あると考へられるが、その一つとして拱頂の應力は水平推力の多少の變化によつても非常に多く變化する事、その二として拱頂部分のコンクリートは柱の頭部と同様にその上に更に填充するコンクリートなく即ち填充中の押しがきかぬ結果として彈性係數が最少で、最も悪い事を舉げねばならぬ。従つて拱の施工に當つて注意すべき事は、コンクリートを拱の全部に亘り一

第五圖 拱 26-5 の理論及び實驗に依る應力の比較



様に填充し一箇所にては弱點を作つてはならぬと云ふ事である。

(d) 拱の繊弱率と強度との割合

拱軸の横方向に固定せられざる長さが、拱の中の 30 倍以下の場合には、拱の支持力はその繊弱率に依つて左右せらるゝとは考へられない。即ち細長比 30 (繊弱率 104) 以下の拱にてはコンクリート標準試験塊の強度と略同様の強度を拱のコンクリートが出すのを見るのである。

(e) 橋臺の移動又は轉倒に依つて生ずる拱の反力は理論と實驗とよく一致する。

(f) 不靜定反力の計算には、荷重の大小にかゝらず、同一の彈性係數を有しそのコンクリートは張應力を採るものとして計算してよい。

(g) 拱の如く細長比大にして然も軸力の外に彎曲率をも受くるものにては、螺旋筋に依つてコンクリートの強度を高むる事は出来ない。(終)

(譯者附記)

拱の問題に關しては最近上記の外に二つの論文を見ながら其の概要を附記しやう。

**Hardy Cross**, University of Illinois Bulletin 203, March 1930.

之れは拱のコンクリートを 6 部分に分ちて施工しそのコンクリートの  $E$  が種々變化して居つた場合如何なる結果を生ずるかを論じたもので、結論として  $E$  の大小に比例し其の

部分に生ずる拱の應力も多少上下するが、問題にする結果は起らない事を示して居る。

**Rudolf. Kern.** Beton u. Eisen 1930, Heft 2.

此の論文は『拱の断面に於けるコンクリートの應力が拋物線の分布をなすものと假定したる場合のコンクリートの弾性係數』と題し、拱断面のコンクリートの  $E$  は應力に應じ種々變化すべきであるが、 $E$  を今一定の常數と假定し  $EI$  又は  $EA$  の  $I$  及び  $A$  を之れに應じて變形せしめたならば如何になるかと言ふ事を論じ、結論として拱の断面を計算上實際の値より種々に變へるならば  $E$  は略々  $280\,000\text{ kg/cm}^2$  として拱の撓度を計算すべく全断面を有效として普通の  $I$  及び  $A$  を採るならば  $E$  を  $210\,000\text{ kg/cm}^2$  に採つてよいと云つて居る。

(立花次郎 抄譯)