

アーチの塑性崩壊挙動に関する実験的研究

大阪大学 正 員 前田 幸雄
大阪大学 学生員 ○藤本 一男

1. まえがき

著者は第22回土木学会年次学術講演会講演概要において“アーチの塑性崩壊挙動に関する研究”と題して、円弧および放物線2ヒンジアーチの塑性解析について発表した。

今回は2ヒンジ円弧アーチについて塑性崩壊実験を行ない、塑性崩壊までの挙動および崩壊荷重を調べ、理論式の結果と比較検討した。

2. 試験体および試験方法

本試験に用いた試験体の種類は表-1に示した通りの8種類で、試験体断面は図-1に示したように箱型断面とし、局部座屈により塑性崩壊荷重の低下のないような断面を設計し、溶接および製作上の残留応力は焼鈍により取り除いた。

集中荷重はすべてオイルジャッキにより載荷した。等分布荷重はスパンを10等分(間隔40cm)して集中荷重により置きかえ、チェーンブロックおよびオイルジャッキにより載荷し、荷重の分配はワイヤーロープおよび滑車により行なった。荷重の測定は載荷装置に電気抵抗線式歪計を貼付し、Calibrationして測定した。なお、試験体の横倒れ座屈は、横倒れ座屈防止装置により防いだ。(写真1)。スパン4m、材質SS41である。

3. 試験の結果

a. 塑性ヒンジ発生予想点付近の応力状態

理論式より得られた塑性ヒンジ発生予想点(②-②、③-③)付近の塑性崩壊時における応力分布の一例を図-2に示す。また塑性ヒンジ発生までの各荷重の応力分布状態を図-3に示す。

b. 荷重-垂直撓み曲線

スパンを10等分してダイヤルゲージにより各点の撓みを各荷重時において測定した。その中で最大の撓みを示した点の荷重撓み曲線の一例を図-4に示す。

c. 崩壊荷重

崩壊荷重の算定式は箱型断面の場合、以下の通りである。

番 号	中心角	載 荷 方 法
A - 1	120°	中央集中荷重
A - 2	120°	1/4点集中荷重
A - 3	120°	全スパン等分布荷重
A - 4	120°	半スパン等分布荷重
B - 1	60°	中央集中荷重
B - 2	60°	1/4点集中荷重
B - 3	60°	全スパン等分布荷重
B - 4	60°	半スパン等分布荷重

表-1 試験体の種類

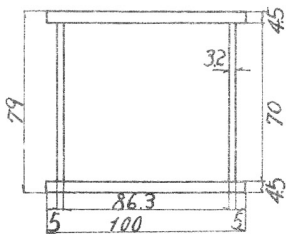


図-1 試験体断面

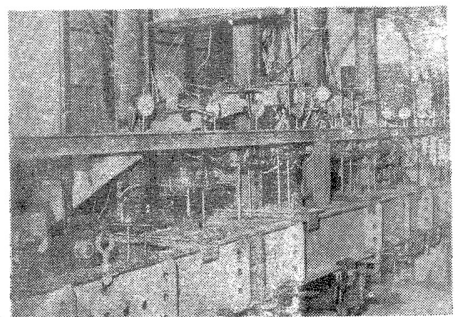


写真1 等分布荷重の載荷装置および載荷方法

中央集中荷重の場合

$$f_k P = \{ (1-kh) - 2 \cos \phi_0 + (1+kh) \cos \phi \} \{ (1+kh) \sin(\phi_0 - \phi_2) + (1-kh^2) \times \sin \phi_2 - (1-kh) \sin \phi_0 \}^{-1} \frac{M_0}{r} \quad (1)$$

均等集中荷重の場合

$$f_k P = (\mu' - 1) \{ \nu' (\sin \phi_0 - \sin \phi) + kh \mu' \sin \phi \}^{-1} \frac{M_0}{r} \quad (2)$$

全スパン等分布荷重の場合

$$f_k W = (1 - \mu) \{ (1 + \mu) \{ \frac{1}{2} \sin^2 \phi_0 + \sin \phi_0 \sin \phi_2 - \sin^2 \phi_2 \} - (0.5 + kh) \sin^2 \phi_2 \} \frac{M_0}{r^2} \quad (3)$$

半スパン等分布荷重の場合

$$f_k W = (1 - \mu) \{ \{ \frac{1}{2} (\sin \phi_0 - \sin \phi) \} \{ \nu' (\sin \phi_0 - \sin \phi) + \mu' kh \sin \phi - \frac{1}{2} \mu' \sin^2 \phi \} \}^{-1} \frac{M_0}{r^2} \quad (4)$$

ここで ϕ_0 : 中心半角, ϕ :
ヒンジ発生点の中心から
の角, M_0 : 全塑性モーメント
 k, h : 断面による係数, r :
半径, μ, μ', ν' : 回転角
の比, f_k : 荷重係数。上式か
ら得られた理論値と実験結果
の比較を表-2に示す。

番号	理論値	実験値
A-1	6.51 t	6.80 t
A-2	4.87 "	5.05 "
A-3	62.78 $\frac{\text{kg}}{\text{cm}}$	64.58 $\frac{\text{kg}}{\text{cm}}$
A-4	53.45 "	39.30 "
B-1	6.23 t	6.20 t
B-2	4.46 "	4.80 "
B-3	79.11 $\frac{\text{kg}}{\text{cm}}$	60.03 $\frac{\text{kg}}{\text{cm}}$
B-4	49.63 "	33.55 "

表2 理論値と実験結果

4. 実験結果の考察

理論式より得られた塑性ヒンジの位置は実験とよく一致した。崩壊荷重は特に集中荷重の時に、理論値と一致し、等分布荷重の時は実験値が小さく出た。この原因は(1)、等分布荷重が均一に載荷されなかった。(2) 塑性ヒンジ発生点で丁度試験体の溶接継目に当り、かつ薄板であるため溶接が不完全であった。(3)、面内塑性座屈と思われる傾向が現われた。

5. 結論

集中荷重においては理論式により崩壊荷重を推定しても大差はない。等分布荷重の場合さらに厳密な解法を検討する必要がある。

なお、本研究の一部は文部省昭和42年度科学研究費補助金により行われたことを記す。

参考文献、才22回土木学会年次学術講演会講演概要才工部 (I-66)

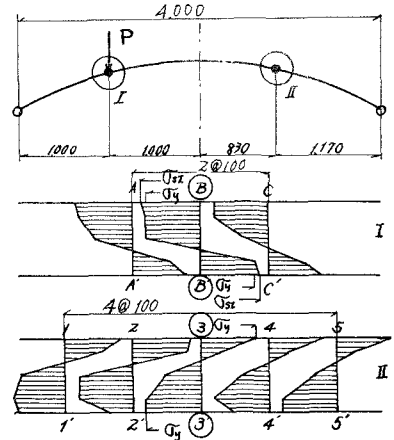


図2. 塑性ヒンジ発生予想点付近の応力分布

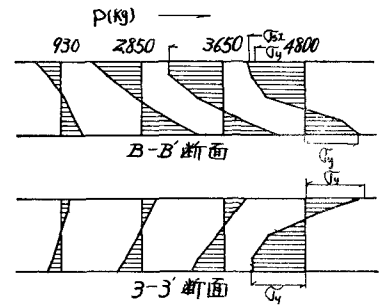


図3. 塑性ヒンジ発生点の応力分布

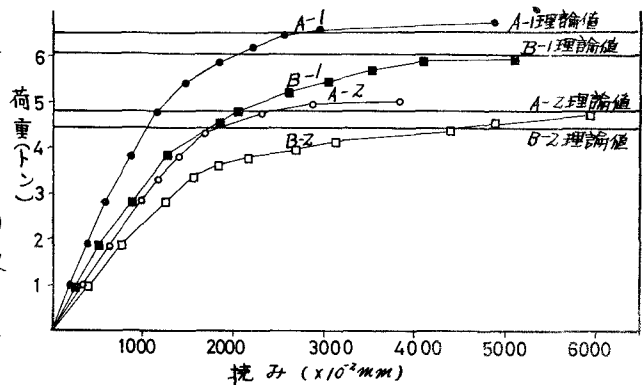


図-4 荷重-重直撓み曲線