

鉄筋コンクリート管の配筋に関する2・3の考察

秋田大学 正員 川上 陶
正員 徳田 弘
学生員 〇近 藤 春考

1. まえがき

鉄筋コンクリート管の強度に関しては、JISA5303「遠心力鉄筋コンクリート管」においてひびわれ、および破壊荷重に対する外圧強さが規定されている。しかしコンクリートの配合は、任意であり配筋に関して最小かばりのみに制約があった。したがって外圧強さを満足するための配合や配筋は、製造工場の経験により決定されている場合が多く、理論的な研究は少ないようである。一方外圧強さに関して杉木は極限解析の立場より研究し、破壊荷重と破壊モーメントの関係を明らかにし、その結果は設計に広く用いられてきている。しかしその対象は、対称複鉄筋断面または、鉄筋位置が断面の中心にある管であると考えられる。本研究は単鉄筋断面の管の外圧強さを極限解析により明らかにし、さらにその結果を外圧試験により比較、考察したものである。

2. 極限解析

単鉄筋断面を対象とするのでその鉄筋位置により曲率の中心に近い方にある場合(Ⅰ)また逆の場合(Ⅱ)を考え、それぞれに対し極限解析を行なう。

弾性理論では、図1-(a)のような荷重状態のときのA, B点各点のモーメントは、 $M_A = -0.182Q \cdot r$ $M_B = 0.318Q \cdot r$

図-1 荷重とモーメントの関係

(Ⅰ)鉄筋が曲率の中心から遠い方、すなわち外側に位置するとき、B断面は鉄筋が圧縮となっているので、最初に塑性モーメント M_{B1} に達し、塑性ヒンジが生じる。(図1-(b)) このときの荷重 P_1 とすると、A点のモーメント M_{A1} は(Ⅰ)より $M_A = -0.182Q_1 r = -0.182(M_{B1}/0.318r) r = -0.572M_{B1}$ (2)

B点に塑性ヒンジが発生した後、新たな荷重を ΔQ とすると、これによるA点のモーメントの増加は、図1-(c)より $\Delta M_A = -\Delta Q \cdot r/2$ (3)

P_1 と ΔP によるモーメントの和が破壊モーメントとなるから (2)+(3) より

$$M_{A1} = M_A + \Delta M_A = -0.572M_{B1} - \Delta Q \cdot r/2 \quad (4)$$

(4)より ΔP を求め(2)の P_1 に加え、破壊荷重 Q_{max} を求めると

$$P_{max} = Q_1 + \Delta Q = (2\alpha + 2.001)M_1/r \quad (|M_{A1}| = \alpha |M_{B1}| = \alpha M_1) \quad (5)$$

(Ⅱ)鉄筋が曲率の中心に近い方、すなわち内側に位置するとき、A断面は鉄筋が圧縮となり発生モーメントがB点より小さいにもかかわらず、A点で最初に塑性モーメント M_{A2} に達し、塑性ヒンジが生じる。(図1-(d))

このときの荷重を Q_2 とするとB点のモーメント M_{B1} は(Ⅰ)より

$$M_B = 0.318Q_2 \cdot r = 0.318(M_{A2}/0.182r) \cdot r = 1.747M_{A2} \quad (6)$$

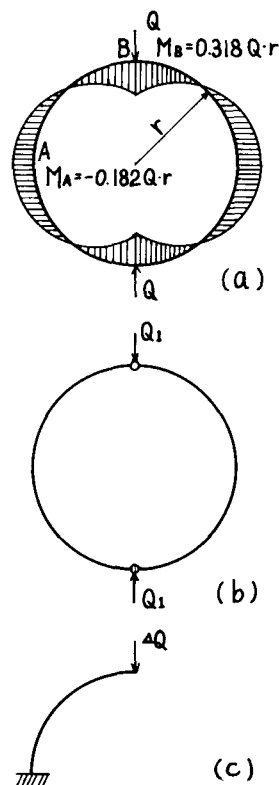
A点に塑性ヒンジが発生した後、新たな荷重を ΔP とするとこれによるB点のモーメント増加は、図1-(d)より $\Delta M_B = \Delta Q \cdot r/2$ (7)

Q_2 と ΔQ によるモーメントの和が破壊モーメントとなるから (6)+(7)より

$$M_{B2} = M_{B1} + \Delta M_B = 1.747M_{A2} + \Delta Q \cdot r/2 \quad (8)$$

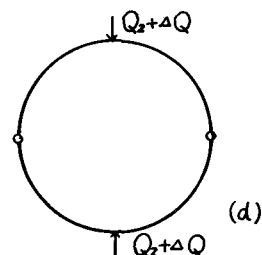
(8)より ΔQ を求め(6)の Q_2 に加え破壊荷重 Q_{max} を求めると、次のようになる。

$$\therefore Q_{max} = Q_2 + \Delta Q = (2\beta + 2.001)M_2/r \quad (M_{B2} = \beta |M_{A2}| = \beta M_2) \quad (9)$$



(5)で $\alpha=1$ すなわち曲率無視で圧縮および引張鉄筋量が等しい対称断面のとき、または、曲率無視の鉄筋が断面の中心に位置する断面のときで、

$M_t = 0.25 Q_{max} \cdot t$ となり杉木の理論に一致する。しかし著者らは、単鉄筋断面のコンクリート管を考える際 $M_{A1}, M_{B1}, M_{A2}, M_{B2}$ については、鉄筋位置、曲率によりそれぞれ変化し、必ずしも $\alpha=1$ ではないことを指摘した。



3. 実験

これらの理論との比較検討のために単鉄筋断面のコンクリート管を用いた。その供試体は、内径60cm、外径70cmのJISA5303に規定されているソケット管で、鉄筋の位置が外径から1cmのかばりのものと、内径から1cmのかばりのものを作製し、外圧試験を行った。

4. 結果と考察

図2、図3は2)の理論よりひびわれモーメント、破壊モーメントと鉄筋の位置との関係を示したものである。ひびわれモーメントは外側からのかばりの増加によりわずかに大きくなる傾向があるが、理論値の才が若干安全側を示している。破壊については、実験により得られたひびわれ荷重および破壊荷重を前述の「2. 極限解析」に適用し、荷重とモーメントの関係を図4、図5に示す。図4ではB点、図5ではA点にひびわれがはいったときをミズでは塑性ヒンジがはいったと仮定したが、図4では理論値が実験値より安全側に出ている。

そこでこれらの理論から単鉄筋断面のコンクリート管の最適設計について考察すると、ひびわれ荷重については、鉄筋位置による影響は少なく、むしろコンクリートの引張強度の方が大きく影響するようである。また破壊荷重については、同鉄筋量なら内側より外側に配筋した方が大きな値が期待できると考えられる。

単鉄筋コンクリート管を作製する際には、鉄筋は許される範囲で断面の外側に配筋し、かつコンクリートの強度が大となるように配合を改善することによりひびわれ、破壊荷重の増大をはかることができると考えられる。

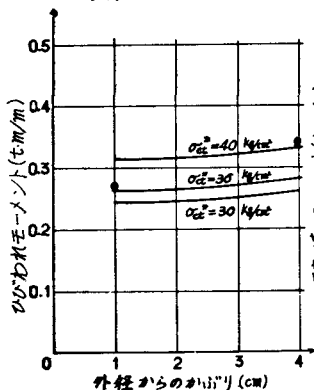
図-2

鉄筋かばりとひびわれモーメントの関係

$$\sigma_{ce}^2 = 36 \text{ kg/cm}^2$$

$$E_c = 3.65 \times 10^5 \text{ kg/cm}^2$$

実験値○



参考文献

図-3

鉄筋かばりと破壊モーメントの関係

$$\sigma_c^2 = 430 \text{ kg/cm}^2$$

$$E_c = 3.65 \times 10^5 \text{ kg/cm}^2$$

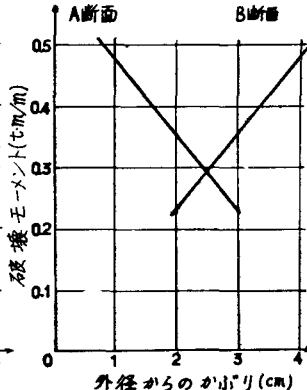


図-4

荷重と破壊モーメントの関係

外径から1cm配筋

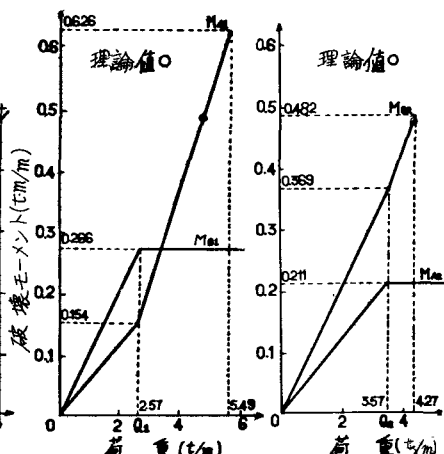
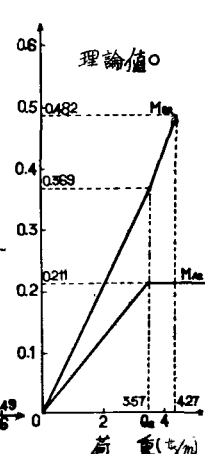


図-5

荷重と破壊モーメントの関係

内径から1cm配筋



- 1) 杉木六郎; 「極限強度設計法による鉄筋コンクリート管の強度計算」(セメントコンクリート, No177 1961-11)
- 2) 川上 洵; 「鉄筋コンクリート曲線部材の極限強度解析」(第1回コンクリート工学年次講演会講演論文集1979)