

まえがき

開口部をもつ鉄筋コンクリート梁の耐力や補強方法に関する実験研究は古くから行われ、その性状はかなり解明されている。一方、開口部をもつ鉄筋コンクリート版に関しては、土木学会“コンクリート標準示方書”に、補強方法が簡単に示されているが、実験研究はあまり行われていない。

開口部をもつ鉄筋コンクリート版の静的曲げ荷重試験を行い、開口部の大きさの影響、補強方法について検討したので報告する。

実験計画及び供試体

曲げを受ける鉄筋コンクリート版における開口部の大きさの影響及び補強方法を調べるために、表-1、図-1に示す5体の供試体の荷重実験を行った。供試体の大きさは、全長5.0m、幅2.085m、版厚0.2m、支間隔4.5m、載荷支間2.0mである。開口部の大きさは、橋軸方向には、0.4mで一定とし、軸直角方向に各々、A供試体で0.25m、B供試体で0.4m、C供試体で0.55mとした。供試体の一般部の引張鉄筋量は、D13 47本、鉄筋比0.97%である。また、補強方法の影響を調べるため、B供試体において、補強方法を表-2と比較実験を行った。B-1供試体は、主補強鉄筋として橋軸方向に1-D13を、B-2供試体は、橋軸方向に3-D13を、B-3供試体は、橋軸方向に3-D13を、斜補強鉄筋として45°方向に3-D13を、それぞれ追加している。開口部により切断された主鉄筋は、6-D13であるので、B-2、B-3供試体の橋軸方向鉄筋量は、開口部のないものと同一である。また、A、C供試体は、B-3供試体と同様、それぞれ開口部により切断された主鉄筋量と同じ橋軸方向鉄筋と斜補強鉄筋で補強した。使用鉄筋はSD30で、降伏強度 $\sigma_y = 39 \text{ kg/mm}^2$ 、破断強度 $\sigma_b = 54 \text{ kg/mm}^2$ 、弾性係数 $E_s = 1.96 \times 10^4 \text{ kg/cm}^2$ である。使用コンクリートは、スランプ8cm±1cm、実験当日の圧縮強度 $\sigma_c = 270 \text{ kg/cm}^2$ である。

実験結果及び考察

図-2に荷重-たわみ曲線を示す。ひびわれ荷重は、荷重-たわみ曲線から求めた値であるが、引張側コンクリートの塑性域を考慮した推定値に比べ、実験値が30~50%程度大きな値を示していた。

ひびわれ後の版の剛性は、開口部の橋軸方向の幅が0.4mと、支間4.5mの9%の長さしかないため、開

供試体	補強鉄筋法	開口形状	主筋、配筋	補強筋(D13)
A	$L=5.000$ $B=2.085$	$a=0.900$ $b=0.250$ ($\% =$)	主筋 D13 47 配筋 D13 47, 50	
B-1	"	$a=0.900$ $b=0.900$ ($\% =$)	"	
B-2	"	"	"	
B-3	"	"	"	
C	"	$a=0.900$ $b=0.550$ ($\% =$)	"	

表-1 供試体諸元

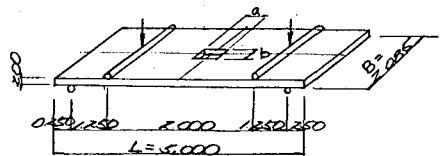


図-1 供試体一般図

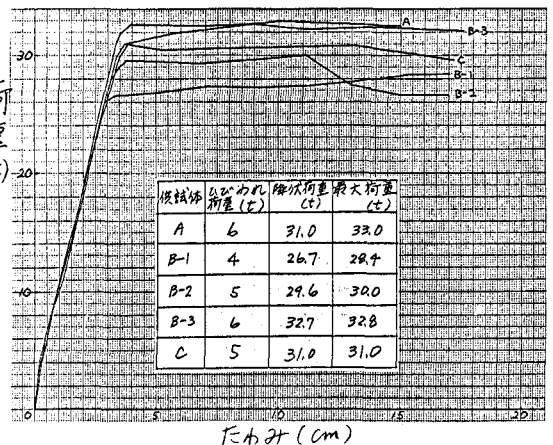


図-2 荷重-たわみ曲線

開口部の剛性に与える影響とものから、供試体間の差はあまり認められない。降伏荷重と最大荷重は、供試体によりその傾向は多少違うが、特別の関係はみられない。

表-2に、最大荷重の実測値と計算値の比較を示す。最大荷重は、開口部の幅の最も小さいA供試体、斜補強鉄筋のあるB-3供試体が最も大きく、次がC供試体で、斜補強鉄筋のないB-1、B-2供試体では小さく、斜補強鉄筋の効果が認められた。

開口部の大きさの影響として、開口率（開口部の幅/版の全幅）が、A供試体0.12、B-3供試体0.19までは強度低下が殆んどなく、C供試体0.26になると多少強度が低下するようである。

図-3、4に、主引張鉄筋、主補強鉄筋、斜補強鉄筋の荷重-ひずみ曲線を示す。主引張鉄筋と主補強鉄筋の伸びは、よく一致しており、補強鉄筋が十分効果を発揮していることがわかる。45°方向に配置した斜補強鉄筋の伸びは、主引張鉄筋の50~60%で、 $\epsilon_1 = 0.71$ より小さい値となっている。図には示されていないが、斜補強鉄筋は、開口部から伸びているものの方が応力が低く、B-3供試体の3列目、C供試体の4列目では、最内側の鉄筋の応力の約7割であった。供試体の数が限られていたため、斜補強鉄筋の最小必要量を求めるまでには至らなかったが、斜補強鉄筋は1列もしくは2列で十分のようである。

最大荷重の実測値は、開口部の幅を減じて計算した値（道路橋示方書により）に対し、1.08~1.20の範囲にあり、安全側に推定可能である。開口部の欠損を無視して求めた最大荷重は、28.3tで、補強鉄筋のないB-1供試体以外のものは、開口部のない版とみなすといえよう。即ち、この程度の開口率（0.26）までは、主補強鉄筋と斜補強鉄筋を欠損分だけ入れておけば、開口を無視して設計してもよい。

図-5に、C供試体の最終ひびわれ形状を示す。斜補強鉄筋のないB-1、B-2供試体では、有るものに対比、開口隅角付近から45°方向に斜ひびわれの発生がみられた。

参考文献

- 1) 神山-“アレテンションング”によるアレストレスコンクリートひびわれのひびわれ強度に関する研究”神山-博士論文集 1978.12.
- 2) 神山-“改訂鉄筋コンクリート”工務社1968.
- 3) 日本道路協会“道路橋示方書 Ⅲコンクリート橋”1978.1.

供試体	最大荷重 $P_{max}(t)$	比	計算値(1)	計算値(2)	P_{max}/P_{cal1}	P_{max}/P_{cal2}
			$P_{cal1}(t)$	$P_{cal2}(t)$		
A	33.0	1.01	29.8	29.3	1.11	1.13
B-1	28.4	0.87	23.8	23.6	1.19	1.20
B-2	30.0	0.91	28.2	27.9	1.06	1.08
B-3	32.8	1.00	29.9	29.0	1.10	1.13
C	31.0	0.95	29.8	28.7	1.04	1.08

注) 計算値(1)は参考文献(2)による。
計算値(2)は道路橋示方書より算出する。

表-2 最大荷重と計算値との比較

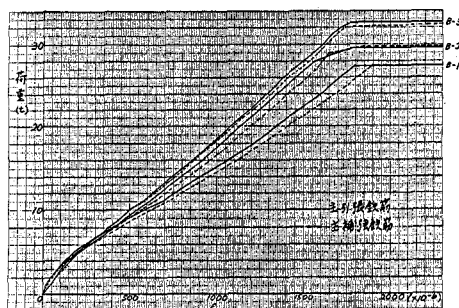


図-3 荷重-鉄筋のひずみ曲線(1)
B-1, B-2, B-3 供試体

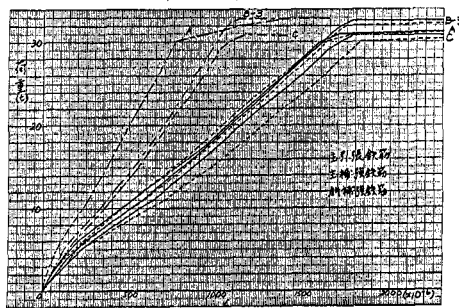


図-4 荷重-鉄筋のひずみ曲線(2)
A, B-3, C 供試体

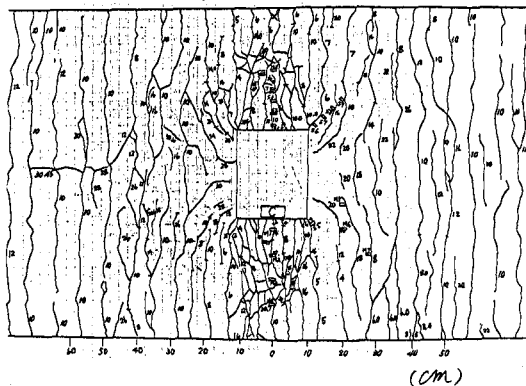


図-5 供試体Cの最終ひびわれ形状図