

日本大学理工学部 ○北田勇輔

杉本一美*

この研究は3種類の軸方向鉄筋と閉合形(□形), U字形(凹形)スターラップを使用し, スターラップ量を6~8種類に変化させた鉄筋コンクリート正方形梁の純ねじり試験を行ないスターラップならびに軸方向鉄筋の影響について検討したものである。

供試体と形状

供試体は図-1にその一例を示したように $15 \times 15 \times 150$ cmの鉄筋コンクリート梁と無筋の梁について実験を行った, 軸方向鉄筋は各梁とも $\phi 9$, $\phi 13$, $\phi 16$ を4本使用し又スターラップは $\phi 6$, $\phi 9$, $\phi 13$, $\phi 16$ のものと使用して間隔を変え率によってスターラップ量を変化させたものもある。(表-1参照)

載荷方法

図-2に載荷装置を示したがこの装置は回転軸と供試体の回転軸とが一致するように製作してある, この装置では受台部分に実験中に摩擦による荷重が生ずるので, 載荷速に取付けたダイヤルゲージが動き始めるまでの荷重を観測し実験値はこれだけの量を差引いた値を示した。

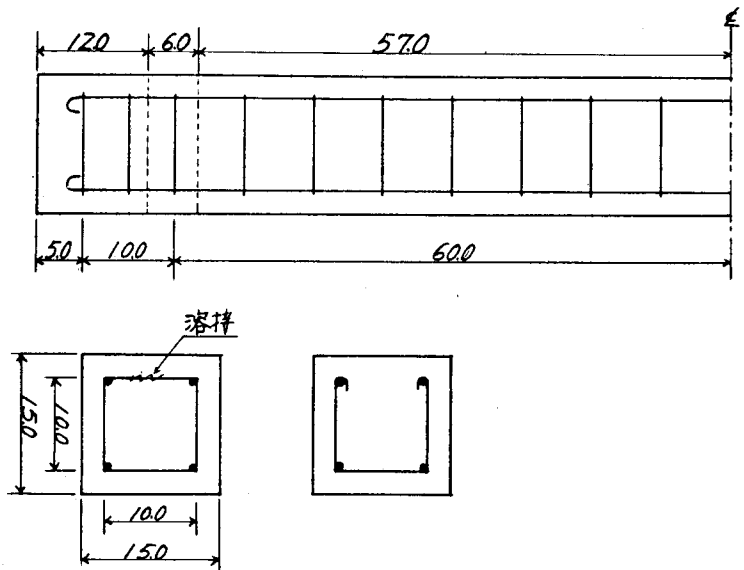


図-1

載荷装置

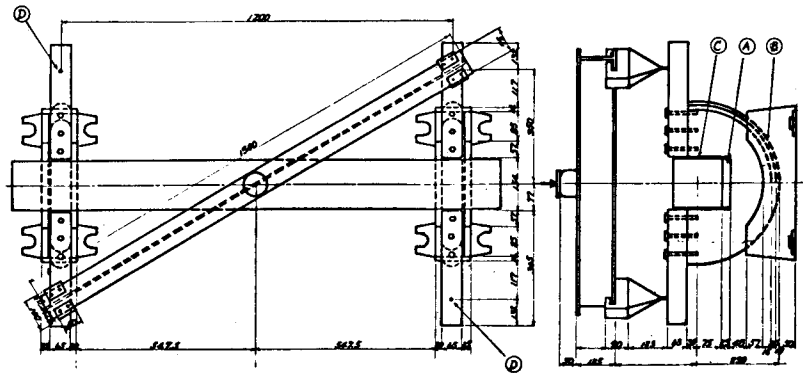


図-2

*現在道路公園

供試体番号	軸方向鉄筋	スターラップ	ひびわれモーメント kg-cm(10 ³)	破壊モーメント kg-cm(10 ³)	コンクリート強度 kg/cm ²	供試体番号	軸方向鉄筋	スターラップ	ひびわれモーメント kg-cm(10 ³)	破壊モーメント kg-cm(10 ³)	コンクリート強度 kg/cm ²
1-1	↑ ↓	↑ ↓	71	282		4-1	↑ ↓	↑ ↓	150	272	
2	4-φ9	↑ ↓	223	250		2	4-φ9	↑ ↓	115	298	
3	"	φ6@15	166	291		3	"	φ6@15	80	281	329
4	"	φ6@75	109	312	284	4	"	φ6@75	80	272	
5	"	φ9 "	284	329		5	"	φ9 "	80	307	
6	"	φ13 "	52	350		6	"	φ13 "	80	298	
7	"	φ16 "	14	385		7	"	φ16 "	80	333	
2-1	↑ ↓	↑ ↓	255	281		5-1	↑ ↓	↑ ↓	272	272	
2	4-φ13	↑ ↓	27	309		2	4-φ13	↑ ↓	132	284	
3	"	φ6@15	45	375		3	"	φ6@15	132	305	
4	"	φ6@75	45	430	373	4	"	φ6@75	80	295	305
5	"	φ9 "	33	390		5	"	φ9 "	150	325	
6	"	φ13 "	132	580		6	"	φ13 "	185	325	
7	"	φ16 "	185	475		7	"	φ16 "	71	360	
8	"	φ16@50	80	801		8	"	φ16@50	97	377	
3-1	↑ ↓	↑ ↓	62	342		6-1	↑ ↓	↑ ↓	185	185	
2	4-φ16	↑ ↓	80	360		2	4-φ16	↑ ↓	52	255	
3	"	φ6@15	97	340		3	"	φ6@15	62	291	
4	"	φ6@75	69	412	347	4	"	φ6@75	167	360	297
5	"	φ9 "	80	396		5	"	φ9 "	80	340	
6	"	φ13 "	73	444		6	"	φ13 "	80	375	
7	"	φ16 "	45	606		7	"	φ16 "	97	361	
8	"	φ16@50	27	724		8	"	φ16@50	97	412	
9	"	φ16@375	80	937		9	"	φ16@375	80	428	

表-1
 アル-γ° 1, 2, 3 ; □ 形スターラップ使用
 アル-γ° 4, 5, 6 ; □ 形スターラップ使用

実験結果

実験結果を表-1に示した(表-2は使用した鉄筋の引張試験結果である)表-1に示したひびわれ発生モーメントはバラツキが大きいがいずれは目測であるため発見のよくれ等によるものと考えられる、又軸方向鉄筋だけを使用时スターラップがない梁の場合一般にはひびわれ角が変化するものと考えられているがこの実験ではその変化はよくわがらるかつた、スターラップ量が変わる場合でも同様の事が考えられるがこの点についても確実な変化は認められなかった、破壊モーメント(最大耐力時のモーメント)はスターラップ量の変化、あるいはスターラップ形状の変化によって異なる事が認められた。

呼び径	σ_{sy} kg/mm ²	σ_{su} kg/mm ²
φ6	39.5	52.4
φ9	30.8	37.3
φ13	35.2	48.0
φ16	33.2	47.8

表-2

考察

ねじり破壊計算式は多く発表されているがこの中で、軸方向鉄筋とスターラップが梁内に筒状に配置されているものと仮定し推論を行ない(1)式によりコンクリートおよび軸方向鉄筋、スターラップの影響を検討した。

$$M_{tu} = \alpha \sigma_{cy} b^2 d + \frac{2 \sigma_{cy} A_{so} A'}{s} + \frac{2 \sigma_{cy} N A_{se} A'}{4 \varphi'}$$

----- (1)

1. コンクリートの影響

(1) 式中の係数 α は均質材料のねじりモーメント計算式 $M_t = \alpha b^2 d$ において、 $\tau = \sigma_{ct} = \sigma_{cy}/10$ とすれば、 $\alpha = 0.0208$ であり、あるいは $\alpha = 0.0333$ と言われているが本実験の結果では図-3に示した範囲であった。

2. スターラップの影響

(1) 式で軸方向鉄筋を無視してスターラップのみの影響を調べると図-4のようになりU字形スターラップよりも□形スターラップが有利である事がわかる。

3. 軸方向鉄筋の影響

軸方向鉄筋のみを使用した梁について検討すると、図-5のようになり殆んどその影響が見られない。

4. 軸方向鉄筋とスターラップを考慮した場合

(1) 式を変形して $\alpha = 0.0208$ として検討したものが図-6である。この結果からも□形スターラップが有利であり結果はほぼ直線的に推移する事がわかる。

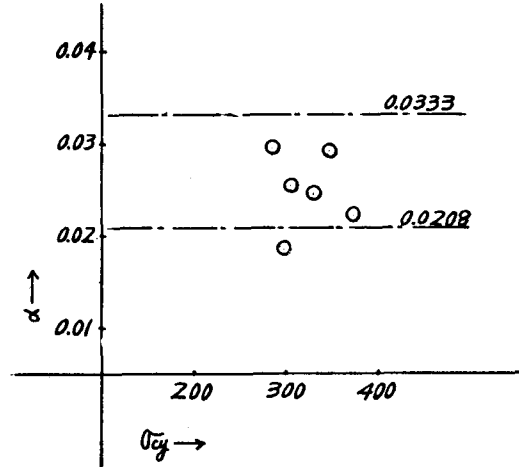


図-3

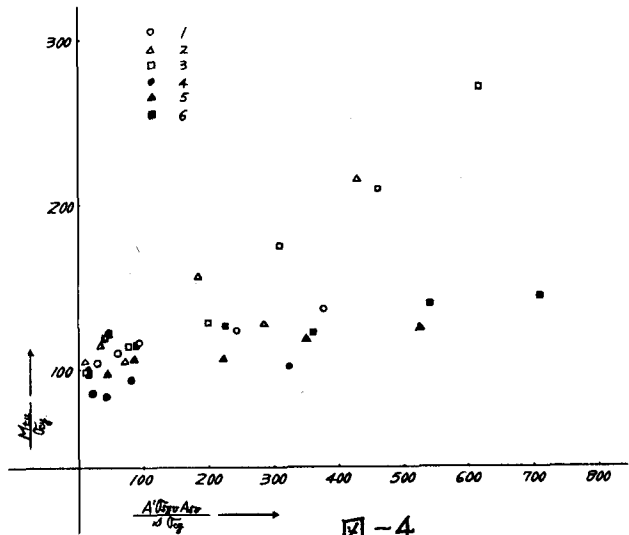


図-4

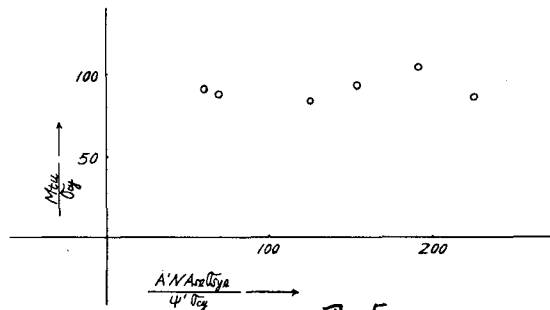


図-5

結語

1. 鉄筋コンクリート梁にねじりを与える場合にはスターラップ量に大きく左右され、これまでの研究でも明らかにように□形スターラップがU字形スターラップよりも有利である、U字形スターラップを使用した場合には鉄筋のない部分（本実験では梁の上側）に発生したひびわれが主な破壊原因となる。

2. 軸方向鉄筋は本実験のような配置あるいは圧縮側と引張側にだけ配置するような方法では梁側面に発生したひびわれが破壊の主な原因となるため、ねじりに対しては殆んど抵抗と示さないものと考えらる。従って純ねじりだけでなく曲げねじりを受けるような梁では軸方向鉄筋とスターラップの適切な配置方法の検討が必要であろう。

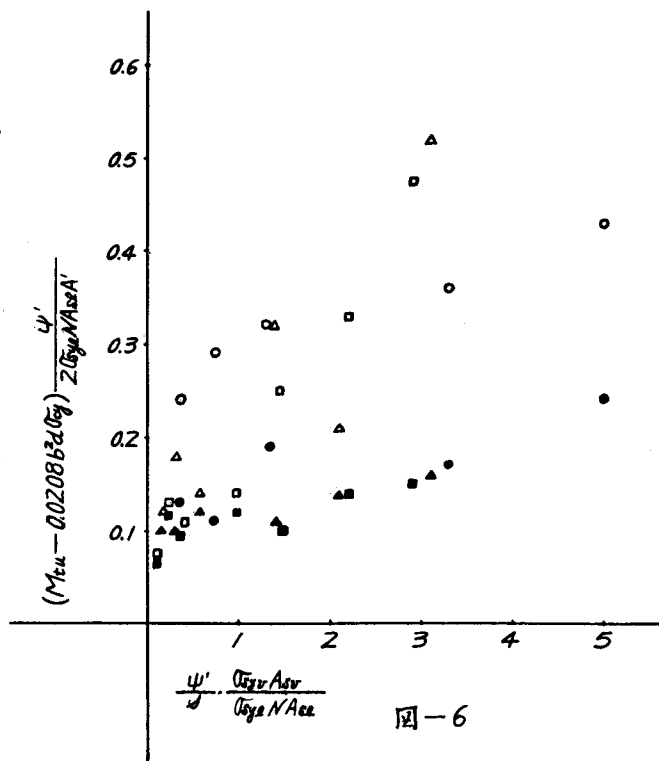


図-6

M_u ; 最大ねじりモーメント

α ; 係数

O_g ; 円柱状試体の圧縮強度

O_g ; 鉄筋の降伏応力度

A' ; スターラップで囲まれたコンクリートの面積

A_{st} ; スターラップ1組の断面積

A_{ce} ; 軸方向鉄筋の断面積

N ; 軸方向鉄筋の本数

s ; スターラップ間隔

ψ' ; スターラップ（中心線）の周長

b ; 梁の中

d ; 梁の高さ

O_{ct} ; コンクリートの引張強度

τ ; セン断強度