

V-491

X型鋼板を用いたRCはりのせん断抵抗挙動に関する実験的研究

大阪府立工業高等専門学校 正会員 山田昌昭

大阪府立工業高等専門学校 正会員 吉田義隆

八千代エンジニアリング(株) 乾 健志

(株) ニュージェック 中村千秋

1. はじめに

地震のような上下・左右方向に繰り返し作用する力に対し、鉄筋コンクリート(RC)構造物はしばしば壊れやすい破壊形態を示す。本年、1月17日に発生した兵庫県南部地震においても、多くのRC構造物が柱の曲げあるいはせん断破壊により崩壊した。本研究はねばりのあるRC構造物の開発を目指して、せん断破壊の防止方法の一つとしてX型鋼板の利用を試みたものである。鉄筋をX型に配筋してせん断に抵抗させる方法はすでに建築分野において用いられているところである。しかし、X形配筋は施工が繁雑でとくに柱のように2方向にX形配筋を施すことは非常に困難である。このような問題を解決するために、鋼板を帯筋の内側に挿入することによって施工の簡易化を計ろうとしたものである。本研究は適切な鋼板断面積を求めることを目的にしたものである。過去に行った予備実験¹⁾により、部材に働く全せん断力を鋼板の引張力のみによって抵抗させるものとして鋼板の断面積を求めて作製した供試体ではせん断ひびわれは全く生じなかった。(その際、鋼板の許容引張応力は 1800kgf/cm^2 とした。その結果鋼板として厚み9mm、幅5cmのものを2枚使用した)本研究は鋼板断面積をさらに1/2, 1/4に変化させたものであり、主として1/4の場合についてその挙動を実験的に考察したものである。

2. 実験概要

本研究で用いた供試体は、図-1に示すように幅12cm、高さ20cm、全長180cm(スパン長135cm)のRCはりで、通常のスターラップによる配筋の供試体1本(図-1(A))とX型鋼板を配置した供試体3本(図-1(B,C,D))を作製した。X型鋼板は厚さ $s=4.5\text{mm}$ 、断面積 $AS=4.5\text{cm}^2$ と、厚さ $s=2.2\text{mm}$ 、 $AS=2.2\text{cm}^2$ の2種類(降伏強度 $=3000\text{kgf/cm}^2$)とし、拘束筋($\phi 6$)の間隔を4cm, 8cm, 11cm, 14cmの4種類に変化させて、鋼板の定着方法を溶接とボルトによるものを作製した。載荷方法は、全ての供試体においてせん断スパン42.5cmの2点載荷とし、引張鉄筋が降伏した時のはり中央部のたわみ $\pm \Delta y$ を測定し、以後 $\pm \Delta y$ の整数倍の変位を各3回ずつ、最大 $\pm 6 \Delta y$ まで繰り返し載荷した。その際、主鉄筋とスターラップおよびX型鋼板のひずみを自動ひずみ測定器により、またスパン中央部のたわみを変位計によりそれぞれ測定した。なお、供試体で使用した主鉄筋は $2 \times D-16$ (降伏強度 $=3300\text{kgf/cm}^2$)であり、コンクリートの圧縮強度は試験時で平均 460kgf/cm^2 であった。

3. 実験結果と考察

実験結果をまとめたものが表-1であり、X型鋼板およびスターラップ(拘束筋)に働く引張力からせん断分担率を求めて表に

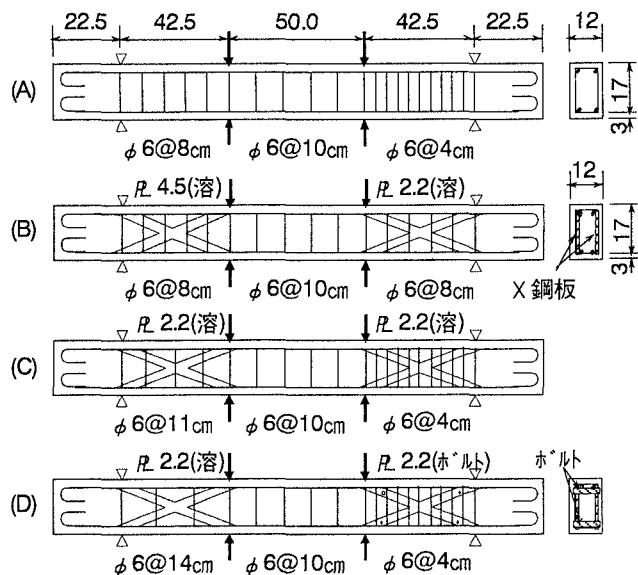


図-1 供試体寸法(単位:cm)

したものが表-2である。それらを検討した結果、次のようなことがわかった。

1) 表-1からもわかるように、通常のスターラップのみの配筋の供試体(A)は、大きなX状の斜めひび割れが生じせん断破壊を示したが、X型鋼板を配置した供試体(B,C,D)はX型鋼板の効果により

いずれも曲げにより破壊した。荷重～変位曲線も図-2のような紡錘形を示した。

2) 厚さの違う2種類のX型鋼板のうち厚い方(AS=4.5cm²)では斜めひび割れはほとんど出ず、せん断破壊を起こすことはなかった。一方、薄い方(AS=2.2cm²)も斜めひび割れは出たもののせん断破壊を起こすことはなかった。

3) 表-2からわかるように、通常のはりではスターラップのせん断分担率は100%を示して、はりではせん断破壊を生じた。一方、X型鋼板とスターラップを併用したはりでは、スターラップの間隔を密にするほどスターラップ(拘束筋)に働くせん断分担率は大きくなるが、X型鋼板のせん断分担率には大きな変化はなく、全ての供試体で、ほぼ25～30%であった。

4) 鋼板の定着方法は、ボルトより溶接の方が大きいせん断力を負担することがわかった。

5) X型鋼板に作用する引張力は全せん断力の2割～3割程度でその効果はトラスモデルで計算できる。この際、斜めひび割れの発生するAS=2.2cm²の場合はコンクリートの弾性係数を通常のコンクリートの1/10程度にして計算するのがよい。

4. まとめ

X型鋼板の使用はせん断破壊を防止し、ねばりのある曲げ破壊を先行させることができる。許容荷重として全せん断力の1/4を鋼板引張力で負担させるものとした場合、斜めひび割れが多少発生するもののせん断破壊は十分防止できる。

【参考文献】1)山田, 吉田, X型鋼板を用いたRCはりのせん断抵抗挙動, コンクリート工学年次論文報告集, 16-2

表-1 実験結果一覧表

供試体 No.	a/d	曲げひび割れ 荷重 (tf)		斜めひび割れ 荷重 (tf)		終局曲げ 荷重 (tf)		最大 変位	破 壊 状 況	ひび割れ状況図
		計算値	実験値	計算値	実験値	計算値	実験値			
A	2.5	2.9	3.0 -1.0	5.5	6.5 -4.0	10.1	12.1	±6 Δ y	せん断	
B	2.5	2.9	3.0 -2.0	5.5	8.0 -3.0	10.1	15.3	±6 Δ y	曲げ	
C	2.5	2.9	2.0 -1.0	5.5	6.0 -6.0	10.1	14.0	±6 Δ y	曲げ	
D	2.5	2.9	2.0 -0.5	5.5	5.0 -5.0	10.1	14.0	±6 Δ y	曲げ	

表-2 せん断分担率

供試体 No.	荷重方向 変位	せん断分担率 (%)						
		0Δy	1Δy	2Δy	3Δy	4Δy	5Δy	6Δy
A左	正	0	63	33	37	44	43	55
	負	0	-69	-67	-71	-100	-75	-38
A右	正	0	58	44	48	52	53	79
	負	0	-68	-67	-78	-94	-100	-100
B左	正	0	37	36	38	38	36	23
	負	0	-41	-34	-35	-36	-33	-39
B右	正	0	14	14	15	16	18	20
	負	0	-15	-12	-15	-17	-20	-23
C左	正	0	26	24	25	26	31	29
	負	0	-31	-24	-25	-24	-21	-25
C右	正	0	19	21	29	34	39	42
	負	0	-30	-21	-25	-27	-31	-36
D左	正	0	23	24	23	24	24	23
	負	0	-29	-24	-30	-25	-24	-25
D右	正	0	23	21	39	46	47	47
	負	0	-43	-22	-44	-46	-48	-49
E左	正	0	32	31	25	26	26	26
	負	0	-28	-25	-25	-25	-26	-24
E右	正	0	26	22	25	29	32	35
	負	0	-4	-13	-17	-21	-24	-27
F左	正	0	19	12	11	13	13	13
	負	0	-11	-10	-10	-11	-11	-12
F右	正	0	37	30	36	46	61	66
	負	0	-23	-35	-32	-32	-32	-42

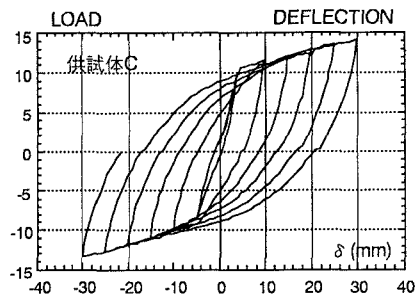


図-2 荷重(tf)～変位(mm)曲線