

鉄筋コンクリートはりのせん断強さについて

広島大学工学部 正員 工博 船越 稔
同 大学院 学生員 ○ 船本 洋治
" " " 山中 茂

1. まえがき : 本研究は、腹鉄筋を配置した鉄筋コンクリートはりの、せん断強さに関する実験的研究で、腹鉄筋比(ρ)と、はりのせん断強さとの関係、腹鉄筋の補強効果におよぼすコンクリート強度の影響、などを、知る事を目的として行ったものである。なお、実験はりの一部に軽量コンクリートを用い、軽量コンクリートはりのせん断強さに関する特性も検討した。

2. 実験の内容、および、その結果 : 実験を行ったはりの断面寸法、載荷方法は、図-1に示す通りである。実験結果は表-1に示す。表-1中の T_{ucal} は、ACI Building Code に示された鉄筋コンクリートはりの極限せん断強さを求める式 $T_{ucal} = \tau_c + K \cdot \rho \cdot f_y$ によって、求めたもので、この値を参考にして、試験値の検討を行った。

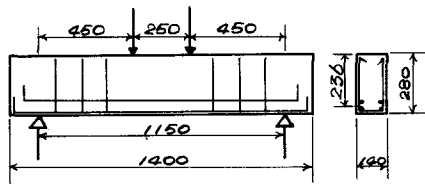


図-1. はりの断面寸法

3. 腹鉄筋を配置したはりのせん断強さに及ぼすコンクリートの影響

腹鉄筋の補強効果、その他におよぼすコンクリートの品質の影響を知るため、はりのせん断強さ ($\tau_u = \frac{V_u}{bd}$) と、コンクリートの圧縮強度 (σ_c) との関係、図-2に示した。この図は、 $K \cdot \rho \cdot f_y$ 、その他の条件が同一のはりの試験結果を集めたものである。図-2より、次のような傾向が認められた。

コンクリートの強度の増加に伴うはりのせん断強さの増加の程度は、コンクリートおよび、軸方向引張主鉄筋のせん断力の分担が増加した以上の割合にある事が、実験値から推定された。これは腹部の補強が同じであっても、コンクリート強度の相違により、腹鉄筋の補強効果に差がある事を示すもので、腹鉄筋のひずみの

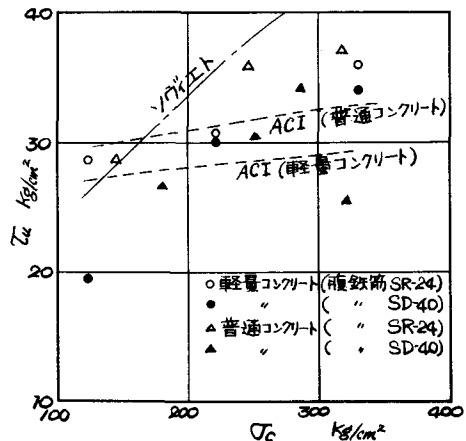


図-2 コンクリートの圧縮強度とせん断強さとの関係。

表-11) 試験結果

	骨材	腹筋補強形式	主鉄筋	腹鉄筋	σ_c kg/cm ²	T_u kg/cm ²	$K \cdot r \cdot f_y$ kg/cm ²	T_{ucal} kg/cm ²	T_{utest} kg/cm ²	破壊形式
1	普通	垂直筋 $\phi 7/70$	SR-24	SR-24	180	28.6	28.6	37.6	0.76	S.C
2	"	"	SD-40	SR-24	180	37.6	47.7	56.7	0.66	"
3	"	"	SD-40	SD-30	150	33.7	40.4	48.8	0.69	"
4	"	"	SR-24	SD-30	150	28.5	34.4	47.8	0.67	"
5	"	"	SD-40	SD-30	150	35.0	57.3	66.7	0.53	"
6	"	"	SD-40	SR-24	150	34.8	47.7	56.1	0.62	"
7	"	"	SR-24	SR-24	290	33.6	28.6	39.4	0.85	"
8	"	折り曲げ筋	SR-24	SR-24	160	26.9	30.4	39.0	0.69	"
9	"	"	SD-40	SD-40	160	31.8	44.0	52.6	0.61	"
10	"	"	SR-24	SR-24	300	34.0	30.4	41.3	0.83	"
11	"	"	SD-40	SD-40	300	38.0	44.0	54.9	0.69	"
12	"	併用	SR-24	SR-24	150	28.9	58.3	66.7	0.43	"
13	"	"	SD-40	SD-40	150	30.3	42.1	50.5	0.60	"
14	"	垂直筋 $\phi 7/70$	SR-24	SD-30	180	25.8	21.5	30.5	0.85	"
15	"	"	"	SD-30	290	34.1	21.5	32.3	1.05	"
16	"	"	"	SR-24	320		21.6			F.T
17	"	"	"	SD-40	320	25.6	"	32.8	0.78	S.C
18	"	"	"	SR-24	250		"			F.T
19	"	"	"	SD-40	250	30.3	"	31.8	0.95	S.C
20	軽量	"	"	SR-24	330	34.0	"	29.2	1.16	"
21	"	"	"	SD-40	330	35.8	"	29.2	1.23	"
22	"	"	"	SR-24	220	30.3	"	28.2	1.07	"
23	"	"	"	SD-40	220	29.8	"	28.2	1.06	"
24	"	"	"	SR-24	120	28.3	"	27.1	1.04	"
25	"	"	"	SD-40	120	19.7	"	27.1	0.73	"

測定結果からも、この傾向が確かめられた。せん断補強強度 $K \cdot r \cdot f_y$ を同一にして、降伏点の異なる鉄筋を腹筋に用いた場合、既述、SR-24 と SD-40 を用いた場合、コンクリートの強度が比較的高い場合には、二種類の鉄筋のせん断補強効果は同程度であるが、コンクリート強度が 150 kg/cm^2 程度に低い場合、高強度鉄筋はその効果を十分發揮し得ない場合がある事が認められた。すなわち、腹鉄筋に高強度鉄筋を用いる際、その補強効果を高めるためには、高強度のコンクリートを用いなければならぬ。

4. せん断補強強度 $K \cdot r \cdot f_y$ と はりのせん断強度 T_u との関係。

図-10)は、せん断補強強度 $K \cdot r \cdot f_y$ と はりのせん断強度 T_u との関係を示したものである。この図はり次のような事が云えると思われる。コンクリート強度が約 150 kg/cm^2 程度の低い値の場合、せん断補強率 $K \cdot r \cdot f_y$ の増加に伴うせん断強度 T_u の増加の程度は、補強率の増加程度より低くなっている。コンクリートの強度が約 300 kg/cm^2 程度の場合には、 $\sigma_c \approx 150 \text{ kg/cm}^2$ の場合に比較して同様の補強率において はりのせん断強度は、やや増加している。しかし、 $K \cdot r \cdot f_y$ の増加程度と T_u の増加程度との関係は、 $\sigma_c \approx 300 \text{ kg/cm}^2$ の場合にも、ほぼ同様の傾向にある事が認められた。これは、はりにかける全引張力を腹鉄筋だけで受持させ、せん断破壊時に腹鉄筋が降伏点に達すると仮定する計算方法によると、大量にせん断補強を行った場合には、はりのせん断破壊に対する安全性が低下する場合がある事を示すものと思われる。以上述べてきた事により、トラスアナロジーによ

て、腹鉄筋を設計する場合には、腹部補強率、補強形式、コンクリートの品質などの多くの影響を受けて、せん断破壊時における腹鉄筋に作用する応力に差が生じる場合がある事を考慮しておかなければならない。

5. 軽量コンクリートを用いた鉄筋コンクリートはりのせん断強さに関する特性.

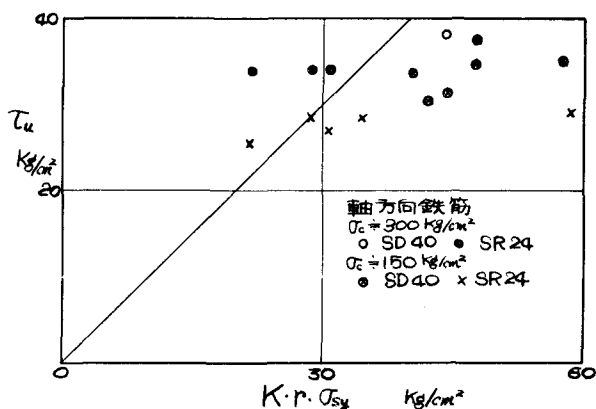


図-3 せん断補強強度とせん断強さとの関係。

前記図-2)には、軽量コンクリートの実験結果も同時に示してある。図-2)より、本実験の範囲内で次の様な傾向が認められた。腹部補強をした軽量コンクリートはりのせん断強さは、ゼン低い傾向がある。これは、軽量コンクリートのせん断と圧縮の組合せ応力に対する強度が普通コンクリートの場合より低い事、腹鉄筋の補強効率が低い事などが原因と考えられる。軽量コンクリートはりの破壊様相は、普通コンクリートに比べて急激であり、ねばり強さに欠ける場合がある事が、本実験に於ても認められた。これは、軽量骨材の強度が河川産骨材に比べて弱く、斜めひび割れに於て軽量骨材自身も破壊する事が一因と考えられる。従って軽量コンクリートはりにおいては、急激なせん断破壊を防ぐため、腹部の補強には、特に留意しなければならぬ。ACIでは、軽量コンクリートのせん断力分相分 ϕ_v を、普通コンクリートのそれの約60%に採り、腹鉄筋を配置したはりにおける上限値は、普通コンクリートと同じ値としている。日本土木学会では、軽量コンクリートの許容せん断応力度を普通コンクリートのそれの約70%にとり、設計の際、それを満足すれば、軽量、普通コンクリートはり共、同じ設計せん断力に対し、同程度の補強を行って良い事になっている。本実験の結果から、許容せん断応力度 ϕ_v に上限値を設ける事は勿論、腹部の補強効果をも含めて、軽量コンクリートはりの、腹鉄筋の設計方法に關して、更に検討を加える余地があるように思われた。

5. あとがき： 本実験の範囲内で、腹鉄筋を配置した鉄筋コンクリートはりのせん断強さ、その他に關して、次の様な事が云えると思われる。

- i) 腹鉄筋の補強効率は、コンクリートの品質によって、相当影響される。
- ii) 腹鉄筋の降伏点が高い場合、その利点を生かすためには、コンクリートの圧縮強度が大なる事が、必要である。
- iii) 大量に腹部の補強を行った場合、腹鉄筋が降伏点に達するものとして計算すると、破壊安全度が著しく低下する場合がある。
- iv) 軽量コンクリートはりの破壊様相は、普通コンクリートはりより一層急激で、ねばり強さに劣る。従って、腹部補強は、特に入念に行う必要がある。

< 以上 >