

(I - 9) 高速せん断荷重を受けるコンクリートの動的せん断特性に及ぼす鉄筋の影響

防衛大学校 ○ 学生員 長田英一郎、学生員 松本憲幸、正会員 高橋芳彦
正会員 大野友則、正会員 内田 孝

1. はじめに

R C 部材が高速荷重を受けると、直接せん断的な破壊形態が生じる場合があることが知られている。静的および動的荷重を受けるコンクリートのせん断特性に関する研究は従来から数多くなされているが、R C 部材の動的せん断特性に関しては未だ行われていない。本研究は、鉄筋の配置が異なる R C 部材の静的および高速 2 面せん断試験を行い、鉄筋の配置および載荷速度の違いが R C 部材のせん断特性に及ぼす影響について検討したものである。

2. 実験の概要

(1) 供試体

本研究では、断面内の鉄筋配置および鉄筋断面積(鉄筋比)の違いがせん断特性に及ぼす影響を調べる目的から、鉄筋比(鉄筋本数)が異なる 3 種類の供試体(鉄筋比:0, 0.014, 0.029)を用いた。また図-1 に示すように、鉄筋の配置もそれぞれ 3 種類としている。供試体はいずれも 10 × 10 × 40 cm の角柱供試体で、同一の条件について 3 個の供試体を用いて実験を行った。なお、コンクリートの配合は全て同一とし、圧縮強度は試験時で平均 445 kgf/cm² であった。また、粗骨材の最大寸法は 10 mm とした。

鉄筋比	断面図		
	Type 1	Type 2	Type 3
0	[図-1(a)]	[図-1(b)]	[図-1(c)]
0.0014 (D10 × 2)	[図-1(d)]	[図-1(e)]	[図-1(f)]
0.0029 (D10 × 4)	[図-1(g)]	[図-1(h)]	[図-1(i)]

(2) 載荷および計測方法

実験は、静的せん断試験法の一つである 2 面せん断試験法を用いて行った。すなわち図-2 に示すように、幅 100 mm の間隔を有する支持台上に設置した供試体に対して上方からエッジ付き載荷体で載荷することにより、供試体を直接せん断破壊させる方法である。載荷速度は、静的(10⁻⁵ m/s 程度)、高速(4 m/s 程度)の 2 種類とした。高速載荷実験には、高速変形負荷装置を用いた。計測は、載荷体が受ける荷重と加速度および載荷体の変位について行った。なお、せん断による変形量は載荷体の変位量と同一であるとみなしう、載荷体の変位を渦電流型非接触変位計を用いて計測した。

3. 実験結果および考察

(1) 破壊状況

鉄筋を配置した全ての供試体は、高速および静的載荷のいずれに対しても、鉄筋がせん断により切断されることがなかった。図-3 は、高速載荷による R C 供試体のせん断破壊の一例である。すなわち、せん断によるひび割れがコンクリートに生じた(最大せん断応力)後、左右 2 つのせん断面付近で鉄筋が曲げ変形している。ガス爆発のように 10³ m/s 程度の載荷速度になると、鉄筋がせん断により切断することが報告されている¹⁾。しかしながら、本実験における最大載荷速度は 10⁰ m/s である。

図-1 供試体の種類

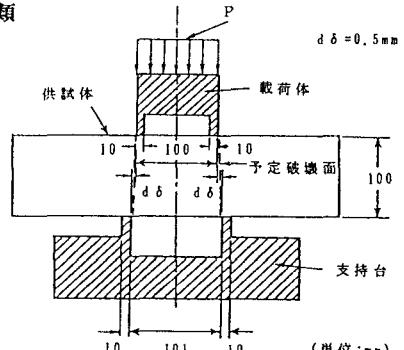


図-2 せん断試験法

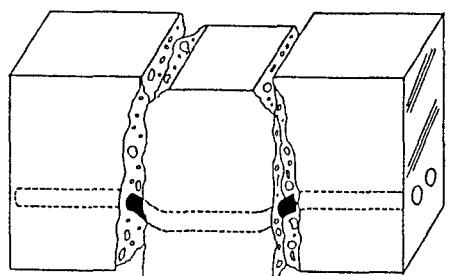


図-3 破壊状況(高速載荷)

m/s程度であり、この程度の載荷速度レベルではせん断による鉄筋の破断は生じないものと考えられる。

(2) せん断強度に及ぼす鉄筋配置の影響

図-4は、鉄筋比が同一で鉄筋の配置が異なる供試体のせん断強度と平均せん断ひずみ速度の関係を示したものである。本研究では、実験によって計測された荷重の大きさから求められる最大せん断応力を、せん断強度 τ と定めた。また、最大せん断応力点に対応するせん断ひずみの大きさ

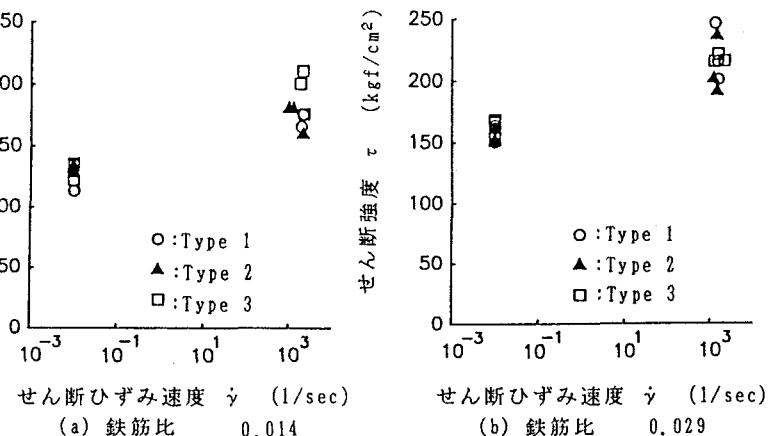


図-4 せん断強度とせん断ひずみ速度の関係

をその時点に至るまでの時間で除した値を、平均せん断ひずみ速度 $\dot{\gamma}$ と定義した。図から、鉄筋配置の違いによるせん断強度の差は鉄筋比が0.014、0.029のいずれの場合もほとんど認められない。すなわち、高速載荷の場合でも、本実験で用いた供試体の断面には一様にせん断力が作用したものと考えられる。

(3) せん断強度に及ぼす鉄筋比の影響

図-5は、鉄筋比が異なる供試体のせん断強度（最大荷重）と平均せん断ひずみ速度の関係を示している。図から、高速載荷に対するせん断強度は鉄筋比の大小にかかわらず、静的載荷に対して約35%増加していることが認められる。また、静的載荷の場合、鉄筋比が0.014および0.029の供試体の最大荷重は無筋コンクリート供試体に対し、それぞれ約6tfおよび約12tf大きな値を示している。この最大荷重の增加分は鉄筋によるせん断抵抗力の付加とみなして鉄筋のせん断強度を求めるとき、鉄筋本数にかかわらず約2100kgf/cm²の値が得られた。すなわち、鉄筋とコンクリートから成るRC断面の静的せん断強度は、鉄筋およびコンクリートのそれぞれの材料によるせん断抵抗力（せん断強度×断面積）の和で与えられることになる。一方、高速載荷に対しても同様の方法により鉄筋のせん断強度を求めるとき、鉄筋本数にかかわらず約3500kgf/cm²の値が得られた。これは、静的せん断強度の約1.7倍である。なお、高速載荷に対するコンクリートのせん断強度は静的せん断強度の約1.3倍であった。以上のことから、RC断面の動的せん断強度は、鉄筋およびコンクリートそれぞれのせん断強度の単純和で求めることができる。したがって、それぞれの材料のひずみ速度効果によるせん断強度の増加を定量的に評価することができれば、RC部材の動的せん断強度が推定できるものと考える。

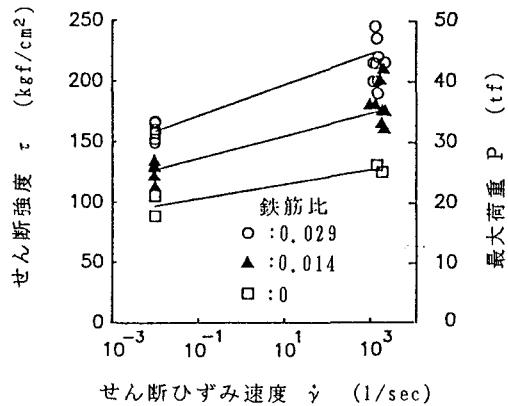


図-5 せん断強度(最大荷重)とせん断ひずみ速度の関係

1)竹田:ガス爆発による建築物の被害,日本建築学会大会学術講演梗概集,pp.2409-2410,昭和56年9月