

V-269 コンクリートブロックで充填されたRCラーメン構造の交番載荷試験

東海旅客鉄道 正会員 田畑 裕
 鉄道総合技術研究所 正会員 安原真人
 東急建設 正会員 岡本 大

1. 試験の目的

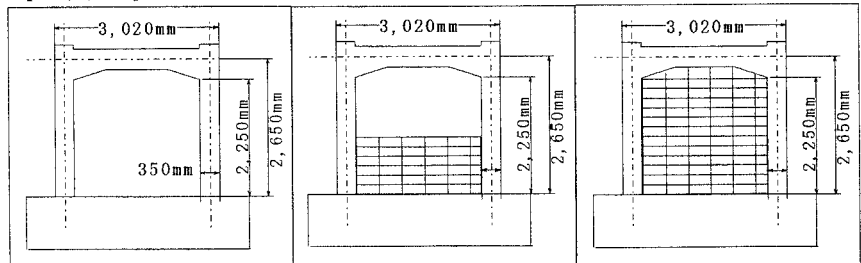
鉄道高架橋では、高架下の空間を利用できるように主にRCラーメン構造としている。高架下を店舗等に利用する場合には仕切り壁として建築用のコンクリートブロックを用いている。耐震性能を把握する手段としては、一般的に用いられているラーメンの解析法では困難であり、また既往の研究も少ない。本試験は、ブロックで充填されたRCラーメン構造の耐震性能を把握することを目的として、高架下を利用しているラーメン高架橋の一部をモデル化し、交番載荷試験を実施した。

2. 実験概要

(1)試験体：試験体は3体作成した(図1)。試験体1は無充填の試験体であり、実構造物の1径間分を1/2に縮小したモデルとし、柱については

図1：試験体の概要図

【試験体1】ブロックなし 【試験体2】ブロック1/2 【試験体3】ブロック全面充填



ん断破壊するように配筋した。梁については、今回は柱のせん断破壊に着目するために、曲げ破壊先行で柱の最大耐力に達しても降伏しないよう配筋した。試験体2は、試験体1の半分までブロックを充填したものの、試験体3は、全面にブロックを充填したモデルとした。ブロックについては、実構造物に使用されていたブロックの強度試験を実施し市販のコンクリートブロックから選定した。使用した材料強度は、表1の通りである。

(2)載荷方法：軸力を柱上端に一定軸力40.8tを載荷しながら、正負交番1サイクル3回ずつ載荷した。試験体1では、主鉄筋が降伏する時点を基準変位($\delta_{y1} = \pm 16.1\text{mm}$)とし、その後は基準変位の整数倍($\pm 1, 2, \dots$)について変位制御で載荷した。試験体2及び3については、変形が小さいものと予測されたので、各試験体の水平荷重が、試験体1の試験で得られた降伏荷重に達した時点の変位を基準変位(それぞれ δ_{y2} , δ_{y3})として、その変位の整数倍で変位制御で載荷した。

3. 試験結果

(1)試験結果：試験によって得られた上端の荷重-変位($P-\delta$)曲線を図2に示す。試験体1では、 $\delta_{y1} \rightarrow 2\delta_{y1}$ の時点で、左側柱の曲げせん断ひび割れが帯鉄筋の破断とともに拡大し、急激に水平耐力が低下し、軸力の保持も困難になり、せん断破壊に至った。試験体2では、 δ_{y2} までに一部ブロックと柱の間のモルタルから剥離し始め、 δ_{y2} の時点で柱頭部にせん断ひび割れが発生し、 $\delta_{y2} \rightarrow 2\delta_{y2}$ の時点で帯鉄筋が破断し耐力が低下し始めた。さらに $2\delta_{y2}$ では、左右柱中央部に前述のせん断ひび割れと異なる形状のせん断ひび

表1-(1)：主鉄筋の材料強度				
	材質	降伏強度 (kgf/cm ²)	引張強度 (kgf/cm ²)	ヤング係数 (kgf/cm ²)
主鉄筋	SD295A-B19	3670	5480	1.86E+06
帯鉄筋	SR235-φ4	3880	4380	1.81E+06

表1-(2)コンクリートの材料強度		
	圧縮強度 (kgf/cm ²)	ヤング係数 (kgf/cm ²)
試験体1	279	2.09E+05
試験体2	292	2.35E+05
試験体3	317	2.36E+05

表1-(3) コンクリートブロックの強度				
	水平方向圧縮強度 (kgf/cm ²)	鉛直方向圧縮強度 (kgf/cm ²)	曲げ強度 (kgf/cm ²)	一面せん断強度 (kgf/cm ²)
試験体2,3	110	79	12	16

表1-(3) 目地モルタルの強度		
	圧縮強度 (kgf/cm ²)	ヤング係数 (kgf/cm ²)
試験体2	290	1.71E+05
試験体3	325	1.65E+05

割れが発生した。その後、帯筋の破断が生じ、 $2\delta_{y2} \times 2$ 回目以降の復元力は大きく低下したが、試験体1の場合と異なりせん断破壊後も軸力を保持できる状況にあった。実験終了後、主筋ひずみデータを調査したところ、主筋の降伏は認められなかった。試験体3は、 δ_{y3} 以前に、ブロックと梁及び柱の間のモルタルが剥離し、ブロックにせん断ひび割れが発生した。 $2 \rightarrow 3\delta_{y3}$ の時点で柱頭部にせん断ひび割れが発生し、 $5\delta_{y3}$ の時点で柱脚部にも角度約 30° のせん断ひび割れが発生した。

その後、 $6\delta_{y3}$ を超えたところでブロックが崩落し、荷重が大きく低下、試験体1の終局変位を超えたために実験を終了したが、軸力を保持できない状況には至らなかった。主筋の降伏は、実験終了まで認められなかった。

(2) 最大荷重とエネルギー吸収能力の比較：P- δ 曲線の包絡線の囲む面積をエネルギー吸収能力と考え、各試験体の最大荷重 P_{max} とエネルギー吸収能力の比較を、図3及び4に示す。試験体1と比較すると、試験体2については最大荷重で $\Delta 7\%$ 、エネルギー吸収能力で $\Delta 11\%$ となっているが、これは、ブロックの損傷が少なく、試験体1よりも短いせん断ひび割れが柱頭部に発生したことから、ブロックが斜め方向のブレスのような役割をしたことによって、柱のせん断スパンが短くなったためと考えられる。一方、試験体3では、最大荷重で $+58\%$ 、エネルギー吸収能力で $+35\%$ となっている。これらは、ブロックが斜め方向のブレスのような役割をするため、剛性も高く最大荷重も高くなるが、ブロックが損傷しブロックの圧縮耐力が低下するとブレスとしての役割ができなくなり、それに伴い試験体1と同様の挙動をすることとなり水平耐力が低下するものと考えられる。

(3) 軸力の保持：試験体2及び3については、帯鉄筋が相当数破断しても実験終了まで軸力の低下は見られなかった。せん断ひび割れが拡大するのをブロックが拘束していることによるものと考えられる。

4. まとめ
コンクリートブロックでRCラーメン構造を充填すると、剛性が高くなり、最大耐力も高くなること、ならびに、それに伴いエネルギー吸収能力が向上することが確認された。また、柱にせん断ひび割れが発生しても、柱の軸力が急激に低下しない可能性がある。また、ブロックが損傷しなければさらに耐力向上が期待できるので、ブロックの損傷を防止するような補強方法によって、耐震性能向上が期待できると考えられる。

