

V-21

断面が変化するRC部材のせん断破壊性状

東日本旅客鉄道(株) 東北工事事務所 ○正会員 井料 青海
 東日本旅客鉄道(株) 東北工事事務所 正会員 斉藤 啓一
 東日本旅客鉄道(株) 東北工事事務所 正会員 生田 雄康

1. まえがき

鉄道における鉄筋コンクリートラーメン高架橋等のハンチ部について、示方書¹⁾によれば、設計の際には角度の大きな場合においても、「1:3よりも緩やかな部分のみ有効とする」とされている。しかし、鉄筋コンクリート部材の梁理論に基づく部材断面の解析においては、全断面が有効であるとして解析することが一般的であり、設計上でも同様に扱えるならば、断面が変化する部材のより経済的な設計手法が開発できることになる。そこで、せん断破壊性状に着目し、模型試験体による載荷試験を行って、新たにせん断耐力の算定手法を導いたので、以下に報告する。

2. 実験方法

試験体は、高架橋の上層梁と柱の接合部を想定した形状のものであり、ハンチが無いもの（Type I）、圧縮側にハンチがあるもの（Type II）、引張側にハンチがあるもの（Type III）及び両側にハンチがあるもの（Type IV）の4つについて実験を行った。試験体の形状寸法並びに配筋状況を図-1に示す。試験体は、ハンチ部に帯鉄筋を配置せず、ハンチ部でせん断破壊させるように設計されている。試験体は全24体で、その諸元を表-1に示す。

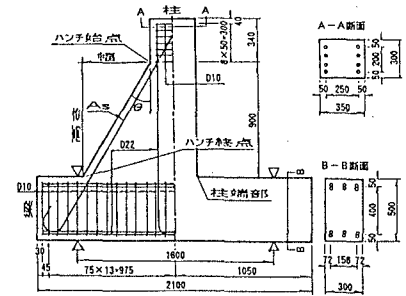


図-1 試験体形状寸法

表-1 試験体諸元

共 通	柱	断面 (mm×mm) 主鉄筋 (径×本) 帯鉄筋		350 * 300 D22*4 (9405-9407 は無) なし		試験体の 番 号	圧縮ハンチ部				引張ハンチ部				備 考
							角度 deg	幅 mm	高さ mm	ハンチ筋 径×本	角度 deg	幅 mm	高さ mm	ハンチ筋 径×本	
	梁	断面 (mm×mm) 主鉄筋 (径×本) スタースラップ		500 * 300 D22*6 D10@75mm		9309 9310 9311 9312 9317 9318 9319 9321 9322 9320	18.4 24.0 29.1 29.1 18.4 24.0 29.1 29.1 29.1 29.1	300 400 500 667	900 900 900 1200	D16*2 D16*2 D16*2 D16*2	18.4 24.0 29.1 29.1	300 400 500 667	900 900 900 1200	0 0 0 0	引張側 ハンチ筋 なし
		載荷点位置 (柱端部からの 高さ) (mm)		900 1200 (9302, 08, 12, 20)											
試験体の 番 号		圧縮ハンチ部			引張ハンチ部			備 考							
		角度 deg	幅 mm	高さ mm	角度 deg	幅 mm	高さ mm								
I	9301 9302							ハンチ なし							
	9305 9306 9307 9308	18.4 24.0 29.1 29.1	300 400 500 667	900 900 900 1200				圧縮側 ハンチ							
II	9404	R = 500						曲面							
	9405 9406 9407	18.4 24.0 29.1	300 400 500	900 900 900				引張側 主鉄筋 なし							
IV	9411 9412 9413 9414	18.4 29.1 18.4 18.4	300 500 300 300	900 900 900 900	D16*2 D16*2 D22*2 D13*4	18.4 29.1 18.4 29.1	300 500 300 500	900 900 900 900	D16*2 D16*2 D22*2 D16*2	18.4 29.1 18.4 29.1	300 500 300 500	900 900 900 900	D16*2 D16*2 D22*2 0	両 側	

3. 試験体のひび割れ状況及び破壊性状

図-2に試験体の各タイプごとのひび割れ状況及び破壊性状を示す。引張側にハンチを有するType IIIは、内部にハンチ筋を有するか否かにより、ひび割れ及び破壊性状が異なることが見受けられる。

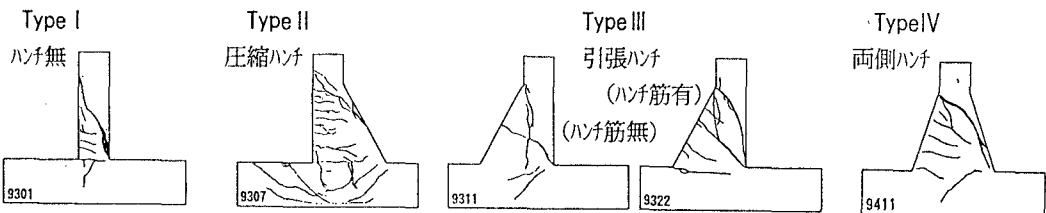


図-2 試験体のひび割れ性状

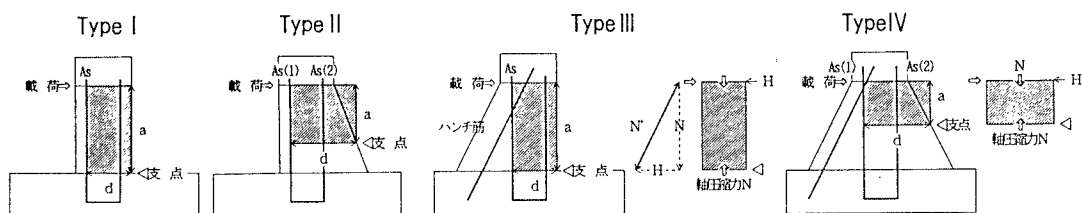


図-3 セン断耐力算定概念図

4. セン断耐力算定手法

部材のせん断耐力 (V_u) は、式(1)を用いて算定することとした²⁾。

$$V_u = \alpha \cdot f_{cd} \cdot \beta_d \cdot \beta_p \cdot b \cdot d \quad \dots \dots \dots (1)$$

$$\alpha = \begin{cases} = 0.94(0.75 + 1.4 \cdot d/a) & \text{但し } a/d \geq 2.5 \\ = 3.58(a/d)^{-1.166} & 2.5 > a/d \geq 1.0 \\ = 12/[1 + 2.35(a/d)^{1.2}] & 1.0 > a/d \geq 0.0 \end{cases}$$

$$\beta_d = (100/d)^{1/4} \quad \beta_p = (100 \cdot pw)^{1/3} \quad f_{cd} = (f_c')^{1/3} \quad pw = As/(b \cdot d)$$

f_c' : コンクリートの圧縮強度 (kgf/cm²) a : セン断スパン (cm) d : 部材の有効高さ (cm)

b : 腹部の幅 (cm) As : 引張側鋼材の断面積 (cm²)

なお、圧縮鉄筋は考慮せず、多段に鉄筋が配置された場合には、中立軸を求めて、引張鉄筋となるもののみをそれぞれの鉄筋の有効高さに応じて合算することとした。

ハンチを有さないType I では、図-3のように、載荷点から柱端部までの長さを a として、式(1)により、せん断耐力を算定した。圧縮側にハンチを有するType II では、載荷点から柱端部までの間のあらゆる断面において、載荷点から各断面までの距離を a 、ハンチの大きさにかかわらず全断面を有効として d とし、式(1)により耐力を求め、その中から最小の耐力値を以て、せん断破壊するとした。引張側にハンチを有するType III では、ハンチ部分を考慮せずに、柱部分のみ有効として、式(1)により耐力を算定した。但し、ハンチ筋を有する場合には、ハンチ筋に働く引張力 (N') の柱の軸方向成分 (N) が、柱部材に対する軸圧縮力として作用すると考え、式(2)に示すように、軸圧縮力を考慮した部材の耐力を求め、さらにハンチ筋に働く引張力の水平方向成分 (H) を加えて、せん断耐力を求めた。

$$V_u = \beta_n \cdot V_{u0} + H \quad \dots \dots \dots (2)$$

$$V_{u0} : \text{軸力を考慮しない場合のせん断耐力} \quad \beta_n : \text{軸力による補正係数}^{1)}$$

両側にハンチを有するType IV の場合は、圧縮側にのみハンチを有する部材として、全断面有効により、式(1)を用いて算出した値を V_{u0} とし、これを式(2)で、軸圧縮力の効果により補正すればよい。

5. 計算値と実験値との比較及び考察

せん断耐力算定手法による計算値と実測値との比較を表-2に示す。〔実測値/計算値〕は平均が1.07、変動係数が11%となっており、断面が変化する部材のせん断耐力を、今回提案した全断面有効による手法によって、かなりの精度において、計算で追えることがわかった。

表-2 計算値と実験値の関係

番号	f_c'	P_{max}	P_{cal}	RATE	番号	f_c'	P_{max}	P_{cal}	RATE	番号	f_c'	P_{max}	P_{cal}	RATE
9301	311	12.0	11.3	1.06	9310	274	11.7	10.8	1.08	9320	320	38.1	41.0	0.93
9302	324	12.8	10.4	1.16	9311	262	12.4	10.7	1.16	9405	270	29.8	30.0	0.99
9305	256	35.5	32.1	1.11	9312	351	9.2	10.6	0.87	9406	352	40.3	40.0	1.01
9306	244	45.0	40.8	1.10	9317	301	35.7	33.2	1.08	9407	361	17.4	20.0	0.87
9307	223	48.0	49.4	0.97	9318	300	40.7	38.0	1.07	9411	325	50.0	41.6	1.20
9308	343	59.0	55.6	1.06	9319	259	45.0	41.6	1.08	9412	290	73.0	64.1	1.14
9404	355	19.6	21.8	0.90	9321	259	39.0	35.1	1.11	9413	323	63.3	47.9	1.32
9309	250	13.8	10.5	1.31	9322	244	27.0	26.4	1.02	9414	326	70.4	66.7	1.06

f_c' : コンクリート強度 (kgf/cm²) P_{max} : セン断耐力実験値 (t) P_{cal} : セン断耐力計算値 (t)

参考文献

- 1) 鉄道総合技術研究所 編：鉄道構造物等設計標準・同解説 コンクリート構造物、運輸省鉄道局監修、丸善、H4.11
- 2) 石橋忠良、斉藤啓一、寺田年男：RCはりの腹部に配置された軸方向鉄筋のせん断破壊性状に及ぼす影響、セ技年報