

V-536

せん断スパン比 1.0 程度の壁式橋脚の変形性能に対する実験的研究

J R 東日本 建設工事部 小林将志
同 上信越工事事務所 高木謙次

1. はじめに

背の低い壁式橋脚の面内方向では、せん断スパン比 (a/d) が 1.0 程度になり、鉄道構造物設計標準で規定されている耐震設計上のじん性率算定式の適用範囲外 ($1.5 \leq a/d \leq 5.5$) となる。そこで、 $a/d=1.0$ で有効高さとの比 (b/h) が 0.4 程度の形状を有する柱部材のせん断補強鉄筋量をパラメータとした縮小モデル試験体 3 体に対して交番載荷試験を行い、部材の変形特性と耐力比の関係を確認したのでここに報告する。

2. 試験体の諸元

試験体の諸元は、帯鉄筋比をパラメータとした 3 試験体である。断面形状、有効高さ及びせん断スパン、引張り鉄筋比、軸力については共通とし表-1 に示す値とした。

表-1 試験体の諸元

No.	断面寸法 $b \times h$ (mm)	有効高さ d (mm)	せん断スパン a (mm)	a/d	引張り鉄筋 P_t (%)	軸方向鉄筋 P (%)	帯鉄筋 P_w (%)
AG-1	250×610	550	550	1.0	D13×8 (SD390) 0.74	D13×22 (SD390) 1.83	D10 ctc.200 (0.29)
AG-2							D10 ctc. 65 (0.88)
AG-3							D10 ctc. 50 (1.14)

注：鉛直応力は、実構造物の軸方向応力 (2.1 N/mm^2) とした。

試験体の形状及び配筋状況は、図-1 に示す通りである。

材料特性については、表-2 に示す。

載荷方法は、鉛直方向の一定軸力 ($\sigma_N = 2.1 \text{ kN}$) のもとで、高さ d の点に対し幅 100mm の載荷板を介して、静的正負水平交番載荷試験を行った。載荷時の基準変位は、最外縁の軸方向鉄筋が降伏ひずみに達した水平変位を降伏変位 ($1 \delta_y$) とし、 $2 \delta_y$ 以降は、 $1 \delta_y$ の整数倍を正負各一回の静的正負交番載荷を行った。

3. 試験結果

①荷重-変位関係

荷重-変位関係の包絡線を図-2 に示す。各試験体とも初期剛性及び $2 \delta_y$ 時点で最大耐力を迎えた。AG1 は、水平変位 10.0mm 程度で急激に耐力を失う傾向にあった。一方、AG2,3 は、どちらも 18.0mm 以上の水平変位まで降伏耐力を維持し、緩やかに耐力が減少した。

②ひずみ分布

各側点の鉄筋のひずみゲージが降伏点に達した時の変位 (δ_y) を示したのが、図-3 である。水平力載荷側の引張り鉄筋は、 $2 \delta_y$ までに $2/3 d \sim 1 d$ の高さまで降伏した。また、帯鉄筋については、載荷点と対角線上の基部を結ぶ点で形成される圧縮ストラットと引張り鉄筋で囲まれる三角形内のひずみ計が、部材水平力の低下する変位 ($5 \sim 8 \delta_y$) 以降に降伏点に達していることが分かる。

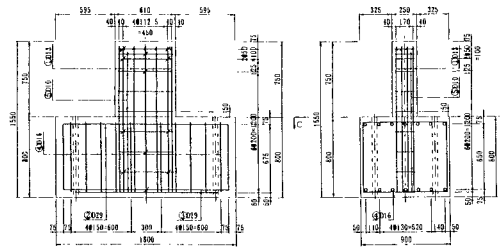


図-1 試験体の形状及び配筋状況 (AG1)

表-2 材料特性

No.	コンクリート強度 f_{ck} (N/mm ²)	軸鉄筋降伏強度 f_{sy} (N/mm ²)	帯鉄筋降伏強度 f_{wy} (N/mm ²)
AG-1	39.0	456.0	382.0
AG-2	36.9		
AG-3	45.3		

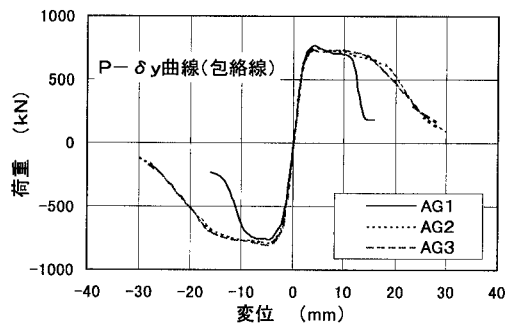


図-2 荷重-変位曲線 (包絡線)

③ひび割れ性状

降伏時のひび割れの形状は、3 試験体ともほとんど同じである。曲げ終局耐力時の中立軸高さ x_u 程度の位置に対して、載荷点からほぼ一直線のひび割れが発生しており、圧縮ストラットの形成が確認できた。

6 δy 時（耐力降下域）では、AG1 は、載荷点でく体のずれが生じ、基部付近の圧縮ストラットにおいて圧壊と思われるコンクリートのひび割れが発生した。AG2,3 では、基部において圧壊と思われるひび割れが発生するものの耐力を失う程の大きな損傷とは成らなかった。

③破壊状況

AG1 は、斜めひび割れ上方に形成される圧縮ストラットにおいて、集中的に損傷が大きくなっており、圧縮ストラットが、基部近傍の圧壊が観察された（写真－1 (1)）。

AG2,3 は、圧縮ストラットに破壊が集中せず損傷が分散する傾向にあることが分かり、圧縮ストラットより上方においても損傷が見られる（写真－1 (2)）。

4. 耐力比と部材じん性率の関係

今回パラメータとした帯鉄筋のせん断補強効果を無次元化するために、計算上の耐力比と実験から求まる部材じん性率の関係を示したものが図－4である。Vc の計算は、文献⁹⁾の a/d の効果を考慮した式より算出したものである。図より、実験の形状及び鋼材量の範囲内において、部材のじん性率は、耐力比の増加に伴って増加する傾向にある。

5. まとめ

今回の実験より、 $a/d=1.0$ 、 $b/h=0.4$ 程度の形状の部材が、繰り返し荷重を受ける際、変形性能及び破壊状況については以下のようにまとめられる。

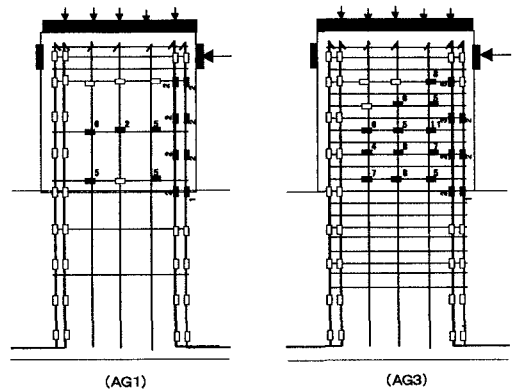
(1)降伏時には載荷側の鉄筋が $2/3 \sim 1.0 d$ の区間において降伏し、2 δy で最大耐力を迎える傾向は、帯鉄筋量を変化しても同じである。しかし、圧縮ストラット下面の斜めひび割れが大きく開くと、帯鉄筋が少ない場合急激に耐力を失うが、帯鉄筋が十分に配置されていると、緩やかな耐力低下を示す。

(2)耐力比と変形性能の関係は増加傾向で表され、耐力比が大きくなると部材のじん性率も向上する傾向にある。

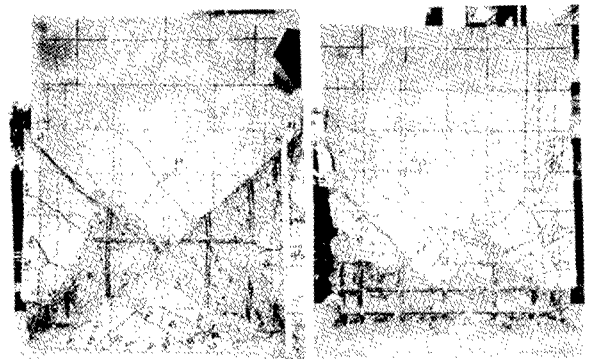
【参考文献】

1)鉄道構造物等設計標準・同解説 コンクリート構造物、H4.10、鉄道総合技術研究所編

※図中の数値は、その部分のひずみ計が降伏ひずみに達した変位 (δy) である。



図－3 各ひずみの降伏時変位 (δy)



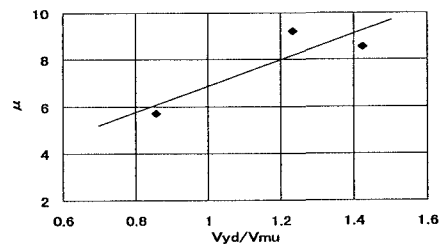
(1) AG1

(2) AG2

写真－1 試験終了時の状況

表－3 計算上の耐力比

No.	計算値			
	Vc(kN)	Vs(kN)	Mu(t/m)	Vyd/Vmu
AG-1	485.2	132.7	397.0	0.856
AG-2	476.5	408.7	394.7	1.233
AG-3	508.6	530.8	402.0	1.423



図－4 耐力比(V_{yd}/V_{mu})と部材じん性率(μ)の関係