

断面が変化するRC部材のせん断に関する実験的研究

J R東日本 東北工事事務所 ○正会員 武田 三弘

J R東日本 東北工事事務所 正会員 斉藤 啓一

J R東日本 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（以下高架橋）等におけるハンチ部の断面の検討は、土木学会示方書によれば、角度が大きなハンチが付いている場合においても、ハンチは1：3よりゆるやかな部分のみを有効とするとされている¹⁾。しかし、角度が大きなハンチになるにしたがって、ハンチ部の耐荷機構は、ディープビームあるいはコーベルとして取扱われる領域に近づくとも考えられ、部材の全高さを有効として扱うことができるとも考えられる。そこで、ハンチを有する部材のせん断に関する破壊性状に着目し、模型試験体による載荷試験を行ったので結果を以下に報告する。

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る。図-1に試験体の形状寸法ならびに配筋状況の一例を示す。試験体はハンチ部でせん断破壊させるために、ハンチ部には帯鉄筋は配置していない。試験体は全部で7体であり、その諸元を表-1に示す。また、鉄筋の引張試験結果を表-2に示す。

載荷装置を図-2に示す。試験体は載荷装置の都合上、上下を逆にし、梁の両端をP C鋼棒で固定した。荷重は、0.5tずつ静的に増加させ、試験体がせん断破壊するまで一方向に載荷した。

測定を行った項目は、載荷荷重、柱主鉄筋・ハンチ筋のひずみ、ひび割れ発生状況などである。

3. 実験結果

3.1 試験体のひび割れならびに破壊状況

図-3に試験体の破壊時のひび割れ状況の一例を示す。この図よりひび割れ性状は、試験体のハンチ位置により3つのタイプに分類されるようである。

タイプIでは、曲げひび割れが柱端部に発生し、荷重が増すごとに載荷点方向にも発生していく。そして、最大荷重時に、載荷点から圧縮側の柱端部へ向かうせん断ひび割れが発生し、破壊に至る。また、柱主鉄筋の降伏は認められなかった。

タイプIIでは、曲げひび割れがハンチ中央部に一本発生し、柱の引張鉄筋付近まで伸展するが、その後は荷重の増大にもかかわらず、他にひび割れの発生が認められない。その後、最大荷重時にひび割れが載荷点から柱主筋に沿って伸展し、曲げひび割れとの交点まで伸びるとともに、圧縮側の柱端部へとせん断ひび

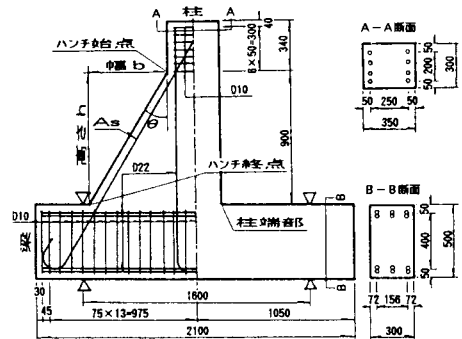


図-1 試験体形状寸法

表-1 試験体諸元

ハンチ位置	ハンチ部						
	ハンチなし	引張側にハンチ			圧縮側にハンチ		
試験体	9301	9305	9306	9307	9309	9310	9311
角度θ (度)	0	18.4	24.0	29.1	18.4	24.0	29.1
幅b (mm)	0	300	400	500	300	400	500
高さh (mm)	0	900					
共通	柱		梁		ハンチ	梁主筋	軸力
	断面 (mm ²)	主鉄筋 (片側) (Pt %)	断面 (mm ²)	主鉄筋 (片側) (Pt %)	2Φ-3+1	定着方法	σ _c (kgf/cm ²)
通	350 × 300	D22 × 4 (1.77)	300 × 500	D22 × 6 (1.55)	D10@75	なし U形	3.33

※ハンチ位置は載荷方向に対する位置である。

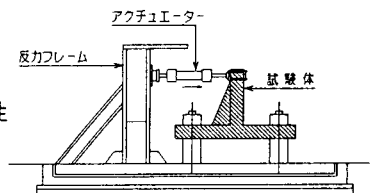


図-2 載荷装置

び割れが発生し、破壊に至る。なお、柱主鉄筋の降伏は認められていない。

タイプⅢの場合は、曲げひび割れが柱端部に発生し、荷重の増大とともに載荷荷重方向にも発生していく。

その後、荷重の増大にとも

ない柱の引張鉄筋が降伏するが、耐力を保持し、さらに荷重は増大していく。最大荷重時に載荷点から、圧縮側のハンチ始点～ハンチ終点間のある点に向かうせん断ひび割れが発生し破壊に至る。なおこの点は、ハンチの角度が大きくなるとハンチ始点方向に移動する傾向が認められた。また、最大荷重時においても柱の圧縮側の鉄筋は降伏に至っていない。

以上の結果から破壊性状は全てせん断破壊と考え、最大荷重をせん断耐力として取り扱うこととした。実験により得られた曲げひび割れ発生荷重、せん断ひび割れ発生荷重、最大荷重を表-3に示す。なお、最大荷重について、コンクリート強度の影響を去除するために $f'c^{1/3}$ で除した値についても同表中に示す。

3. 2 最大荷重と着目した各パラメーターの関係

引張側にハンチがあり、ハンチ筋を配置せず、ハンチの高さを載荷点までとし、ハンチの角度のみを変化させた場合のハンチの角度と $P_{max}/f'c^{1/3}$ の関係を図-5（記号：○）に示す。これより、ハンチの角度が増大しても、 $P_{max}/f'c^{1/3}$ は、ほぼ一定値をとり、引張側にハンチを設けても、ハンチ筋を配置しない場合には、せん断耐力に影響を及ぼさないことがわかる。

圧縮側にハンチがあり、ハンチ筋を配置せず、ハンチの高さを載荷点までとし、ハンチの角度のみを変化させた場合のハンチ角度と $P_{max}/f'c^{1/3}$ との関係を同図（記号：●）に示す。これより、ハンチの角度が増大すると、せん断耐力も増大しており、引張側にハンチを設ける場合とは異なり、ハンチの角度が増加すると耐力も増大する結果となった。また、ハンチの角度が 18.4° （ハンチの勾配 1:3）以上となった場合にも耐力が増大することがわかる。

4. まとめ

今回の試験の結果、得られたせん断破壊性状について、主な結果を以下に述べる。

- 1) 全ての試験体は、柱またはハンチ部でせん断破壊した。引張側にハンチを設けた試験体では、ハンチ角度が変化してもひび割れ性状に変化はなかったが、圧縮側にハンチを設けた試験体では、ハンチ角度が変化すると、ひび割れ性状も変化した。
- 2) せん断耐力は、引張側にハンチを設けるがハンチ筋を配置しないと、ハンチ部に曲げひび割れが発生し、柱部分にせん断ひび割れが発生するため、ハンチ部のせん断耐力はハンチを設けない場合とほぼ同じになる。
- 3) せん断耐力は、圧縮側にハンチがあり、ハンチ筋を配置しない場合には、ハンチの角度が増加するとせん断耐力も増大しており、かつハンチの勾配が 1 : 3 以上となってもせん断耐力は増加した。

《参考文献》1) 土木学会：コンクリート標準示方書【平成3年度版】設計編 pp.57, pp.170～172

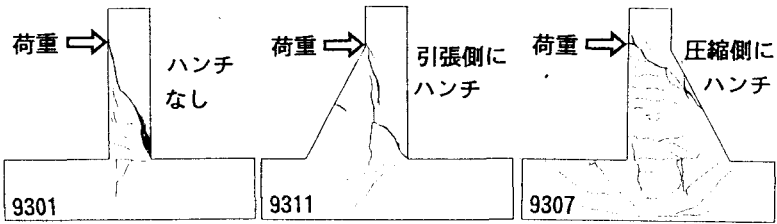


図-3 試験体ひび割れ状況

表-3 実験結果一覧

試験体	$f'c$ (kgf/cm ²)	P_{mc} (t)	P_{sc} (t)	P_{max} (t)	$P/f'c^{1/3}$
9301	311	4	12	12.0	1771
9305	256	6	23	35.5	5591
9306	244	6	28	44.9	7201
9307	223	6	20	48.0	7915
9309	250	4	7	13.8	2191
9310	274	6	8	11.7	1801
9311	262	2	7	12.4	1938

コンクリート強度: $f'c$ 曲げひび割れ発生荷重: P_{mc}
最大荷重: P_{max} せん断ひび割れ発生荷重: P_{sc}

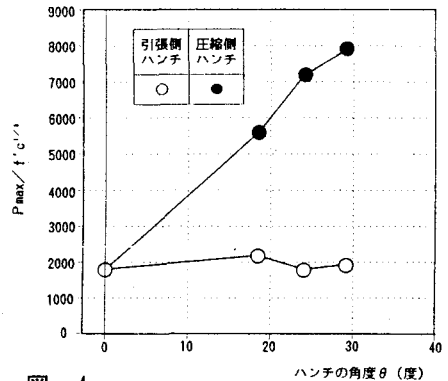


図-4

$P_{max}/f'c^{1/3}$ とハンチ角度 θ の関係