孔あき鋼板ジベルを用いた合成はりの合成効果に関する検討

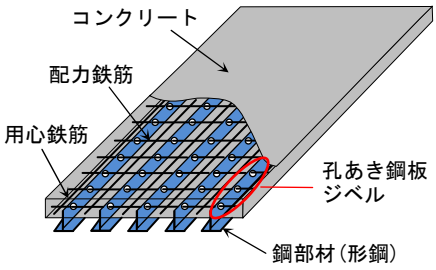
極東興和株式会社　正会員　○谷　慎太郎
株式会社ダイクレ　正会員　竹谷　佳尚
広島大学大学院　学生会員　伊須田　遼
広島大学大学院　フェロー会員　藤井　堅

１．はじめに

鋼とコンクリートの合成構造は，剛性や強度等に優れており，また，施工性や経済性も高いことから，土木構造物や建築構造物に多く使用されている．スラブへの適用について，実用化された合成構造はあるが，さらなる合理化を図る場合，**図－1** に示すような形鋼とコンクリートを孔あき鋼板ジベルで接合したプレキャスト複合版が考えられる．孔あき鋼板ジベルのような機械的に接合するずれ止めは，ずれを伴いながらせん断力を伝達するメカニズムであるため，ずれ止め（接合部）の剛性が構造体としての挙動に大きく影響する．そこで本研究においては，基礎検討として，合成はり供試体を用いた曲げ載荷試験結果をもとに，合成率[1)]の評価に関する検討を行った．

２．実験概要

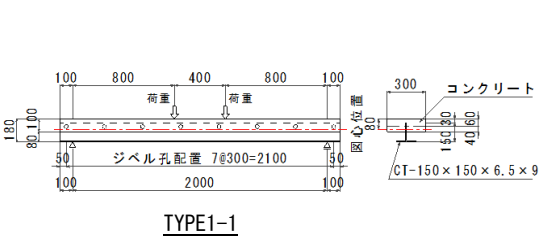
実験供試体は，はり高の程度が異なる２シリーズを製作した．シリーズ１は**図－1**に示す複合版の形鋼１本分を抜き取った全はり高200㎜程度のものとし，２種類の形鋼を用いている．シリーズ２は比較用であり，橋はりの合成桁を模した全はり高800㎜のもので，ジベル孔間隔を２種類としている．**表－１**に供試体諸元を，**図－2**に供試体形状と載荷要領を示す．なお，孔あき鋼板ジベル耐力の評価を単純にするため，いずれの供試体においてもジベル孔内の貫通鉄筋は配置していない．



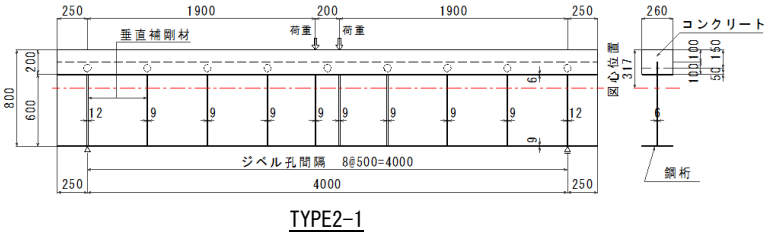
図－1　複合版の概要図

表－1　供試体諸元

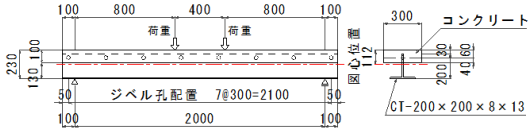
供試体		梁高	コンクリート部材厚	鋼部材高	図心位置（上縁から）	コンクリート材料特性		鋼材材料強度		孔あき鋼板ジベル	
						圧縮強度	引張強度	引張強度	降伏強度	孔径	孔間隔
		(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(Mpa)	(Mpa)	(Mpa)	(Mpa)	(mm)	(mm)
シリーズ1	TYPE1-1	180	100	80	80	67.1	4.5	472	338	30	300
	TYPE1-2	230	100	130	112			467	324	30	300
シリーズ2	TYPE2-1	800	200	600	317	34.4	2.92	405	291	60	500
	TYPE2-2										300



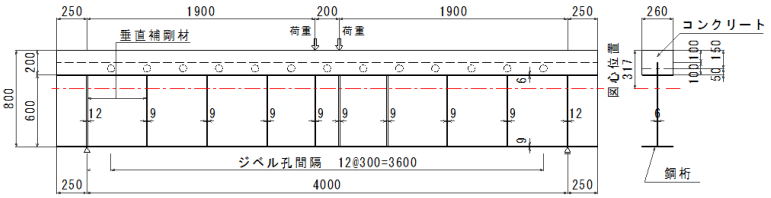
TYPE1-1



TYPE2-1



TYPE1-2



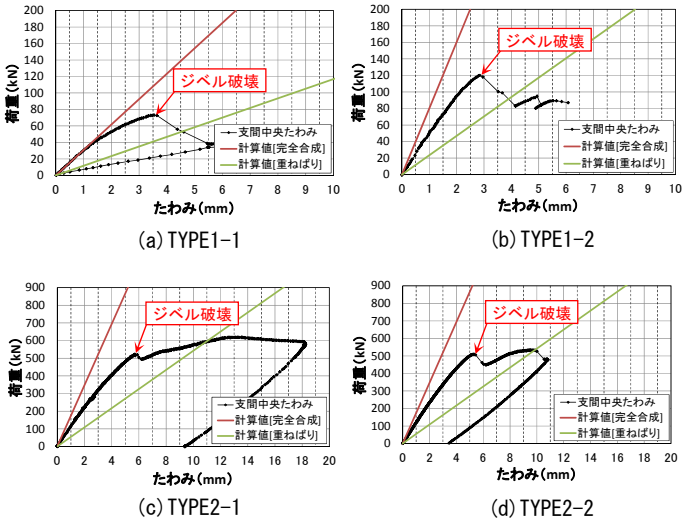
TYPE2-2

図－2　供試体形状および載荷要領

キーワード　複合版，孔あき鋼板ジベル，合成ばり，合成率
連絡先　〒732-0052　広島県広島市東区光町２丁目 6-31　極東興和株式会社　ＴＥＬ082-261-1204

３．試験結果

図－3 に各供試体の荷重-たわみ曲線を示す．グラフ中には，鋼とコンクリートが完全に合成されている（以下，完全合成）と仮定した計算値と，重ねばりと仮定した計算値を合わせて示している．ここで，重ねばりの曲げ剛性は，鋼部材単体およびコンクリート部材単体のそれぞれの曲げ剛性を足し合わせて算出した．いずれの供試体も，ジベル破壊時まで完全合成としての挙動を示していない結果であった．TYPE1-2，TYPE2-1，TYPE2-2 においては，荷重－たわみの関係が 2 つの計算値（完全合成と重ねばり）の中間の挙動を示し，荷重増加とともに重ねばり側に変化している．一方，最もはり高が小さく，断面図心がコンクリート部となる TYPE1-1 は他の供試体とは傾向が異なり，載荷直後の挙動は完全合成とした計算値とほぼ一致しており，最大荷重（ジベル破壊時）の 1/2 程度の載荷以降，重ねばりとした計算値に近づく挙動を示した．



(a) TYPE1-1　(b) TYPE1-2　(c) TYPE2-1　(d) TYPE2-2

図－3　荷重－たわみ関係

表－2　実験結果の合成率

供試体		合成率 α	
		ジベル破壊荷重の1/3荷重時	ジベル破壊時
シリーズ1	TYPE1-1	1.037	0.468
	TYPE1-2	0.505	0.328
シリーズ2	TYPE2-1	0.321	0.102
	TYPE2-2	0.380	0.160

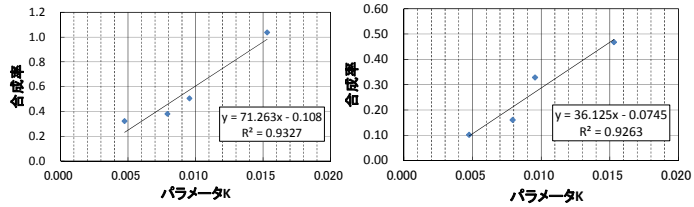
４．合成率に関する考察

孔あき鋼板ジベルを用いた合成桁の挙動に関して，藤井らは，合成率の概念を導入して不完全合成桁の挙動を示す方法として式(1)を提案している[1)]．

$$EI = \alpha E_c I_c + (1-\alpha) E_D I_D \qquad (1)$$

EI：不完全合成桁の曲げ剛性，E_cI_c：完全合成の曲げ剛性，E_DI_D：重ねばりの曲げ剛性，α：合成率を示す．

本実験結果における荷重と支間中央たわみを用いて，式(1)により算出した各供試体の合成率を**表－2** に示す．



(a) ジベル破壊荷重の 1/3 荷重時　(b) 破壊荷重

図－4　パラメータ K と合成率の関係

合成率の概念を用いて部材の曲げ剛性を評価する場合，ずれ止めの剛性が合成率に関係すると考えられる．また，ずれ止め位置に作用する水平せん断力の大きさは，ずれ量と相関があり合成率に影響を及ぼすと考えられる．そこで，孔あき鋼板ジベルを用いたずれ止めの剛性に関連するジベル孔面積 A とジベル孔間隔ℓ，ずれ止め位置に作用する水平せん断力の大きさに関連する Q/I（Q：断面 1 次モーメント，I：断面 2 次モーメント）を用い，これらを無次元化し構築した係数 K＝A/ℓ *Q/I と合成率の関係を**図－4** に示す．両者の関係を線形近似で表したところ，相関係数は 0.9 以上であり，本実験の範囲においては，係数 K と合成率の間には高い相関性があると考えられる．

５．おわりに

本実験の範囲において，孔あき鋼板ジベルで接合された合成はりの合成率は，ジベル孔面積・ジベル孔間隔・断面 1 次モーメント・断面 2 次モーメントを用いた係数と高い相関があることを示した．ただし，本検討では実験供試体数が少ないことや，実構造物では一般的に配置される貫通鉄筋の影響を考慮していないことを踏まえ，さらなる詳細な検証が必要と考える．今後，合成率の算出方法を定式化することで，簡易的な方法で合成構造の挙動が詳細に把握でき，さらに合理的な構造の提案が期待できる．

参考文献

1) 藤井堅，有吉孝文，藤村伸智：孔あき鋼板ジベルを用いた合成桁の曲げ挙動，構造工学論文集，Vol.47A，pp.1381-1390，2001.3.