

九州大学工学部 正 員 ○日野 伸一
同 学生員 葛蒲 明久
同 正 員 太田 俊昭

1. まえがき

本研究は、曲げに抵抗しうるプレキャスト構造の接合部として鋼ジョイントを用いた接合法の確立と実用化をめざすものであり、過去6年間にわたって、接合部の強度および変形性状に影響を及ぼす各種要因の把握や効果的組合せ等について一連の実験的、解析的研究を行ってきた。この種の工法を実構造物に適用するに当たっては、接合部の応力や変形の定量的推定法を明らかにしたうえで、ジョイントの形状寸法やボルトの締めつけ力についての設計法を確立することが必要である。そこで、今回はこれらについて具体的な検討を加えた結果、一応満足すべき成果をえたので、ここに報告する次第である。

2. 接合部要因の算定ならびに応力解析

図-1に示すような鋼ジョイント接合部が曲げモーメントを受けるとき、鋼-コンクリート接合面に生じるはた離れや相対的ずれによって強度および剛性の低下を余儀なくされるが、それに抵抗しうる力として、(a)主鉄筋の定着に伴う軸方向引張力 T_s 、(b)ボルトのゴボ効果によるせん断抵抗力 H 、(c)ボルトの締めつけにより水平接合面に働くせん断摩擦係力 S 、(d)ジベルのせん断抵抗力、(e)接合面の付着力あるいは接着剤使用の場合の接着力が考えられる(接合面の密着性および接合内部の補強については先に報告済みであり、ここでは割愛する)。上記(a)、(b)およびジョイントプレートの厚さについては、許容応力度設計法(接合面を完全剛結と仮定する)ならびに不完全剛結理論(接合内部のコンクリートが剛体的に回転変形することにより付加応力が生じるものと仮定する)を併用することにより、弾性理論的に決定できる。また、(d)、(e)の効果を無視できる場合には、図-2に示す接合部の力のつり合いより S がえられ、接合面の相対的ずれを防ぐには、 S がボルトの締めつけ力 P_b によって水平接合面に生じる最大せん断摩擦係力より小さくなければならないという条件より、 $P_b \geq (M_o - T_s a_o - H h_c) / \mu h_c$ 、(μ : 鋼-コンクリート接合面の摩擦係数) が導かれる。これに対して、(d)のジベルのせん断抵抗力を考慮する場合には、 $S \leq A_g \tau_{ca}$ (A_g : ジベルの断面積、 τ_{ca} : 許容せん断応力度)を用いて、ジベルの所要断面積を決定すればよい。

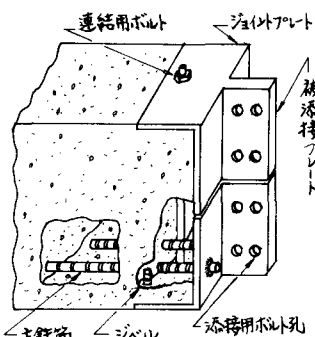


図-1

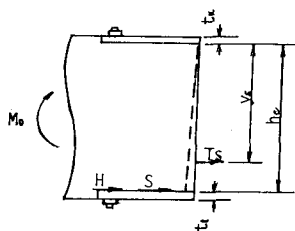


図-2

以上の算定法に基づき、実験供試体(10×20cm×形断面RCはり)について、

表-1

接合部諸元を決定し、従来のそれと比較すれば、表-1のとおりである。また、接合部の応力解析は、内部コンクリートの剛体的回転中心を主鉄筋定着位置としたS.R.-T、左端側ボルト結合点としたS.R.-Cの両下完全剛結理論および鋼-コンクリート接合面の相対変形特性を2方向のリンゲ要素でモデル化した2次元有限要素法を用いて弾性解析を行い、通常のはり理論による計算結果ならびに実験結果と比較対照し、それらの妥当性について検討した。

接合部の諸元		従来の接合部 ¹⁾	本報告の接合部
ジョイントプレート(水平)	長さ(cm)	9.0	6.3
	厚さ(mm)	10.0	3.0
ボルトの締めつけ力(ton)		2.0	0.5

3. 結果および考察

実験供試体の接合部諸元を表-2に示す。表中、○およびーはジベルの有無を表わしている。図-3は、その一部について破壊状況を示したもので、左肩の数値は破壊荷重、また、()内の数値はWhitneyの破壊モーメント式に基づく計算値との比を示したものである。これより、接合面の一体性を保持するうえで主鉄筋

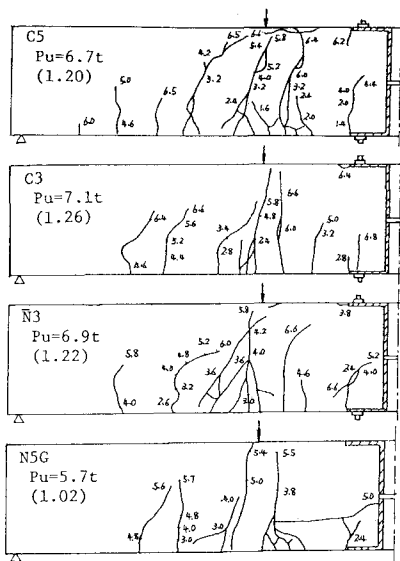


図-3

定着の効果は大きく、さらにボルトを有する本供試体では、ジョイントプレートの厚さ(5mm→3mm)やボルトの締めつけ力(4.0t→0.5t→0t)を縮小しても、構造全体としては遜色のない耐力および変形状を呈することが認められた。図-4および図-5は、それぞれ板厚が3mmと5mmの供試体について水平プレートの鉛直接合面つけ根のひずみ変化を示したものである。引張側では主鉄筋定着により接合面の一体性がきわめて良好であるため各供試体の差異はほとんどみられず、その挙動は、はり理論でもほぼ良く追跡しうることを示しているのに対し、圧縮側では接合面の不連続性が大きく、それに對するボルトの締めつけ力の効果が顕著に表われている。したがって、ボルト締めつけ力を極端に低減して接合面の不完全剛結性を大にした接合の場合、その厳密な解析ならびに設計を行うに当たっては、不完全剛結理論またはFEMによる推定が必要になるといえる。また、図-6は、中央添接位置のプレートの縁ひずみを示したものであるが、圧縮、引張のいずれの側においても、実験値は単純なはり理論解よりも過大な値を示している。それゆえ、この種の連結構造の全体解析を行うには、通常、はり理論を用いてもその挙動を追跡できるといえるが、接合部の局部解析または設計を行うには、不完全剛結性を考慮した本解析法が有用である。

参考文献

1) 太田・日野: 土木学会論文報告集, 第303号, 1980.11.

表-2

供試体	ジョイントプレート(水平)		ボルトの締めつけ力 Pb (t)	ジベル
	長さ (cm)	厚さ (mm)		
A5	6.3	5.0	4.0	—
A5G			0.5	○
C5			0.5	—
C5G			0.5	○
N5G			ボルトなし	○
C3		3.0	0.5	—
C3G			0.5	○
N3			0	—
N3G			0	○

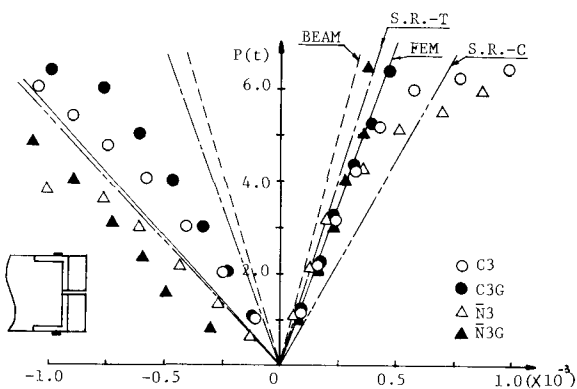


図-4

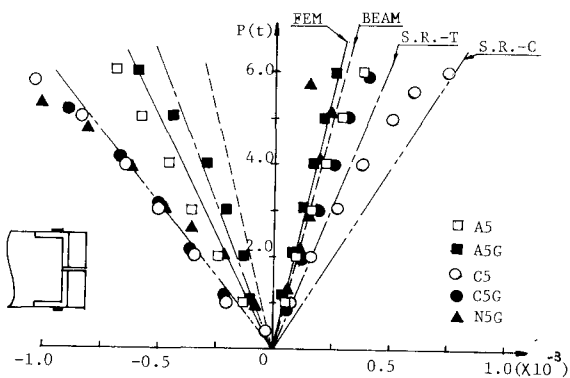


図-5

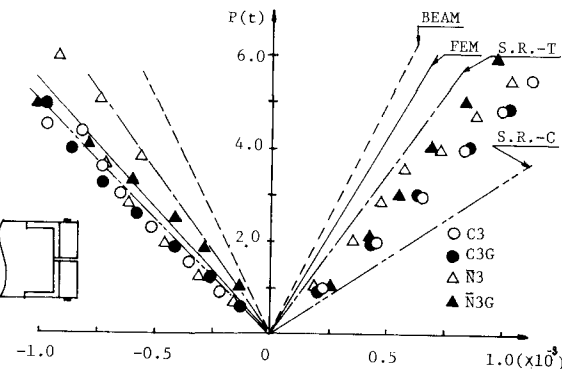


図-6