

神戸大学 正員 大谷恭弘

大阪大学 正員 福本晴士

1. はじめに 現場における鋼桁と鋼桁の接合には、現在、高力ボルトによる継手が多く採用されてきている。しかし、ボルト接合の際の許容誤差は、構造物の大きさにかかわらず変わらないため、結果として、大型構造物の現場組立が困難になる場合がある。このような問題を解決する一工法として、現場施工の容易なコンクリートを鋼桁どうしの継手部に用いる、鋼・コンクリート複合構造の概念を取り入れた混合型継手の採用が考えられる。混合型継手は、力のスムーズな伝達と要求された強度を確保するだけでなく、鋼とコンクリートの相互作用を効果的に利用することで、十分な靱性と変形能を期待することができる。

一方、複合構造の分野では異種部材間の接合方法が種々考案され、それぞれについて実験的・解析的研究が盛んに行われている。その多くは接合部における応力伝達機構や耐荷力あるいは剛性等を評価することを目的としている。しかしながら、一部の接合方法を除き、それらを適切に評価する手法がいまだ十分に確立されていないのが現状である。今日の多様化する複合構造形式と相まって、機能性に優れた混合型継手形式の開発、ならびにその力学性状の解明、そして強度評価法や合理的な設計法の確立が強く望まれる。

そこで、著者らは鋼桁どうしを鋼エンドプレートとRC部を介して接合させる混合型継手を考え、その継手形式の有する機能性の確認や設計手法の確立を目指して一連の実験的・解析的研究を行ってきている。ここでは、特に一連の実験から得られた知見について報告する。

2. 実験の概要 本研究で対象とした鋼・コンクリート混合型接合部の基本形状の概略を図1に示す。鋼桁端部に鋼板(エンドプレート)を溶接し、両エンドプレート間に鋼棒を渡してコンクリートを打設することによりRC接合部を形成する。エンドプレートには頭付きスタッドを溶接した。RC部にはスターラップを配し、また、軸方向にループ筋を配してコンクリート内部での圧縮応力場形成を期待した。この接合部形式を図2に示す様に鋼桁、あるいは合成桁どうしの継手部に用い実験を行った。パラメータとしては表1に示すように主桁形式、主桁の本数、鋼棒配置、接合部の拡幅の有無、載荷条件、引張側鋼材を考え、合計15体の供試体を製作した(表2)。鋼棒配置についてはエンドプレート形式に関係し、フラッシュ・エンドプレートの場合には鋼桁フランジの内側のみに鋼棒は配置されており(Type-1)、エクステンデッド・エンドプレートの

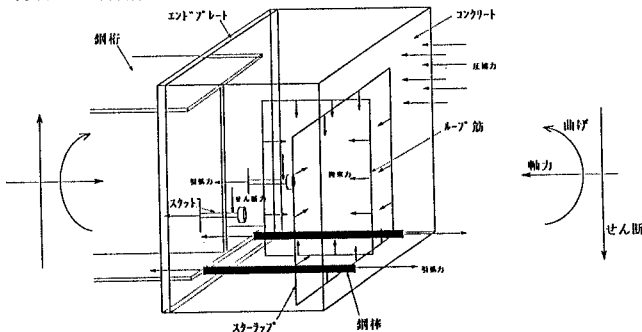


図1 混合型接合部

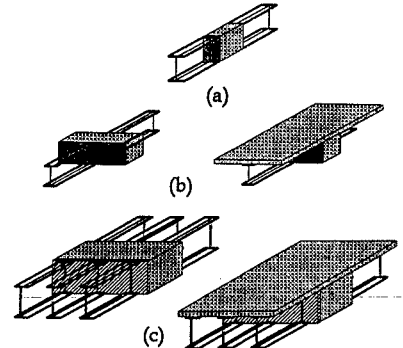


図2 接合部桁供試体

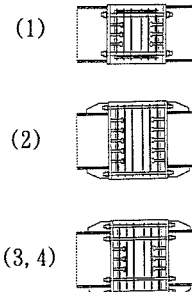
表1 パラメータ

主桁の数	母材の形式	主桁の数	鋼棒配置	拡幅	載荷条件	載荷方向	引張材
1	C (合成桁)	1	1*	H (幅方向)	Q (せん断と曲げ)	P (正)	鋼棒
3	S (鋼桁)	3	2*		M (等曲げ)	N (負)	床版鉄筋 (R)
			3*		N (軸力と曲げ)	C (交番)	
			4*				

表2 供試体

番号	名称	桁の形式	桁の数	拡幅	鋼棒配置	荷重状態	載荷方向	引張材
1	S1-1-(M+N)C	鋼桁	1	無	1	M, N	C	
2	S1-2-(M+N)C	鋼桁	1	無	2	M, N	C	
3	S1-3-(M+N)C	鋼桁	1	無	3	M, N	C	
4	S1-4W-MP	鋼桁	1	有	4	M	P	
5	S1-4W-(M+Q)P	鋼桁	1	有	4	M, Q	P	
6	S3-4W-(M+Q)P	鋼桁	3	有	4	M, Q	N	
7	C1-1-MP	合成桁	1	無	1	M	P	
8	C1-1-(M+Q)P	合成桁	1	無	1	M, Q	P	
9	C1-1W-MP	合成桁	1	有	1	M	P	
10	C1-1W-MNR	合成桁	1	有	1	M	N	R
11	C1-1W-(M+Q)P	合成桁	1	有	1	M, Q	P	
12	C1-1W-(M+Q)NR	合成桁	1	有	1	M, Q	N	R
13	C1-4W-MP	合成桁	1	有	4	M	P	
14	C1-4W-MNR	合成桁	1	有	4	M	N	R
15	C3-4-(M+Q)NR	合成桁	3	有	4	M, Q	N	R

鋼棒配置



場合には、フランジ外側のみに配置したもの(Type-2)とフランジの両側に等しく配置した(Type-3)、および、不均等に配置したもの(Type-4)の4種類を考えた。供試体名についてはそれぞれのパラメータを表すものとなっている。それらの供試体に対して、弾性載荷実験および破壊実験を行った。表3には破壊実験の結果得られた接合部の最大曲げ強度と破壊状態を示す。また、同表には理論値として主桁母材の降伏モーメント M_y および終局モーメント M_{su} 、RC部をRC梁として考えた場合の降伏モーメント M_{cy} 及び終局曲げモーメント M_{cu} 、そしてせん断強度 Q_{cu} を併せて示す。

3. 接合部の機能性 実験結果の評価より接合部の強度特性や変形性状に関して次のことが明らかとなった。

1 本主桁で母材の強度が接合部より大きい場合、接合部の強度はRC部の強度かエンドプレートの強度に支配され、エンドプレート強度が十分大きければ接合部のせん断強度および曲げ強度はRC梁に用いられる理論で妥当に評価できる。エンドプレートどうしの相対回転角はエンドプレート、コンクリートの挙動、及び鋼棒によるものであり、その初期回転剛性は作用する軸圧縮力の大きさに依存する。また、エンドプレートとコンクリートの界面で生じる不連続角はエンドプレートの局部変形に起因し、桁全体の挙動に大きく影響する。接合部を橋軸直角方向に連続した場合、接合部は弾性範囲において十分な荷重分配性能を有する。また、破壊時に至るまで接合部は弾性範囲で見られた荷重分配性能をほぼ失うことなく保持する。しかし、終局時に接合部は局所的な破壊性状を示し、接合部の強度設計には有効幅の概念の導入が必要と思われる。

4. 活用について 本混合型継手形式を例えば桁連続化に適用した場合、死荷重単純活荷重連続桁とすることで施工精度を緩和でき、また、支点上に接合部を設けることで剛な端横桁として荷重分配に効果を期待することができる。しかし、繰り返し荷重下における接合部の機能性の検討については今後の課題である。

参考文献 1) 佐藤徹: 単純合成桁の連続化における接合部に関する研究, 大阪大学修士論文, 1993. 3

2) 一色和也: RC接合部を有する端板式鋼桁継手部の機能性に関する研究, 大阪大学修士論文, 1995. 3

表3 実験値と理論値の比較

	理論値				実験値		実験値との比較		破壊状態
	母材 M_y	母材 M_{su}	RC M_{cy}	RC M_{cu}	Q_{cy}	M_o	Q_o	M_o/M_{cy}	Q_o/Q_{cy}
S1-1-(M+N)C	14.5	16.3	11.7	11.8		10.5		0.89	エンドプレート降伏
S1-2-(M+N)C	14.5	16.3	13.1	13.2		12.8		0.97	コンクリート圧潰
S1-3-(M+N)C	14.5	16.3	17.5	19.3		18.0		0.93	コンクリート圧潰
S1-4W-MP	14.4	17.8	12.6	14.9		13.1		0.88	コンクリート圧潰
S1-4W-(M+Q)P	14.4	17.8	12.6	14.9		15.0		1.01	コンクリート圧潰
S3-4W-(M+Q)N	-43.2	-53.4		-28.7		-23.9		0.80	鋼棒降伏
C1-1-MP	15.1	62.5	48.0	49.2		37.5		0.76	コンクリート圧潰
C1-1-(M+Q)P	45.1	62.5	48.0	49.2	32.0	37.7	32.8	0.77	1.03 接合部せん断破壊
C1-1W-MP	45.1	62.5	68.7	68.4		66.8		0.98	コンクリート圧潰
C1-1W-MNR	-14.0	-22.2	-27.5	-30.7		-26.8		0.87	局部座屈
C1-1W-(M+Q)P	45.1	62.5	68.7	68.4	61.0	72.5	63.0	1.06	1.03 斜めひび割れとコンクリート圧潰
C1-1W-(M+Q)NR	-41.8	-43.8	-34.1	-40.0	-62.0	-41.4	-36.0	1.04	0.98 鉄筋降伏
C1-4W-MP	12.2	29.0	22.6	26.3		28.9		1.10	床版破壊
C1-4W-MNR	-41.8	-43.8	-34.1	-40.0		-40.0		1.00	コンクリート圧潰
C3-4-(M+Q)NR	-42.0	-66.6		-68.6		-53.7		0.78	床版破壊