

IKG スキップ梁実験

益尾 潔 © (一社) 建築構造技術支援機構 代表理事

IKG スキップ梁工法開発の背景

図1に示すように、機械式鉄筋継手を設けたRC梁では、主筋継手部に横補強筋を配置すると、設計かぶり厚さ確保の観点より、直接、主筋に横補強筋を配置する場合よりも主筋位置が梁の内側に寄り、曲げ終局耐力が減少する。この点を解消するために、伊藤製鐵所、共英製鋼、合同製鐵3社では、各社の機械式鉄筋継手を用いたIKG スキップ梁工法を開発している。

本工法の開発に当たり、当機構は、既往スキップ梁実験^{1)~3)}を踏まえ、IKG スキップ梁の実験計画の立案と実験結果の取りまとめ、ならびにIKG スキップ梁設計指針の作成を支援業務として行い、上記3社では、当機構が組織する建築構造技術審議委員会の技術評価を取得している。

これらより、本連載第1回では、既往スキップ梁実験^{1)~3)}およびIKG スキップ梁実験^{4)~6)}について紹介し、第2回では、IKG スキップ梁設計指針の概要について紹介する。

既往スキップ梁実験

既往スキップ梁実験¹⁾は、表1に示すように、系列I~IIIからなり、実験因子は、コンクリート目標強度 F_c (27, 60N/mm²)、主筋本数、継手の有無と継手位置、横補強筋鋼種と横補強筋比とし、試験体数は16体である。各試験体ともに、図2に示すように、内法スパン長 L を梁せい D の4倍とし、系列Iの場合、主筋継手有で継手位置を中央とし、系列IIの場合、主筋継手有で継手位置を1.5Dと1.25D

系列Iでは、スキップ梁のせん断耐力を調べる目的より、 F_c 27N/mm²、主筋鋼種SD490とし、系列IIとIIIでは、スキップ梁の曲げ降伏後の変形性能を調べる目的より、 F_c 27N/mm²と主筋鋼種SD390および F_c 60N/mm²と主筋鋼種SD490としている。

ここで、継手位置は、材端部フェイスから主筋継手端面までとし、本実験では、建研式加力装置を用い、逆対称変形状態で正負交番繰返し加力を行っている。

次に、実験結果として、規準化せん断力 Q_g/Q_{fu} 一部材角 R 関係を図3に示す。 Q_g は作用せん断力、 R は、水平変位を内法スパン長 L で除して求めた部材角であり、 Q_{fu} は平面保持仮定による曲げ終局耐力時せん断力を示す。

図3(a)の系列I試験体は、せん断余裕度 $Q_{su}/Q_{fu} \approx 0.5$ のせん断破壊型であり、継手の有無にかかわらず、せん断耐力安全率 Q_{max}/Q_{su} は1.5~1.6程度である。 Q_{max} は最大耐力実験値、 Q_{su} は荒川mean式によるせん断終局耐力を示す。これらより、機械式鉄筋継手を設けたスキップ梁のせん断終局耐力は、継手無と同様、荒川mean式で算定してもよいとしている。

図3(b)の系列IIの場合、継手無および継手位置1.5Dと1.25D試験体では、せん断余裕度 $Q_{su}/Q_{fu} = 0.9 \sim 1.0$ であり、曲げ降伏後、最大耐力に達し、その後、限界部材角 R_{80} に達している。

また、継手位置1.5D試験体の R_{80} は、継手無試験体の R_{80} と同程度である。 R_{80} は最大耐力の80%耐力低下時部材角としている。

さらに、文献2)の既往スキップ梁実験では、継手有試験体の主筋継手近傍での付着割裂ひび割れ性状を調べたスキップ梁付着実験を行い、文献3)では、主筋継手位置に貫通孔を設けたスキップ梁実験を行っている。

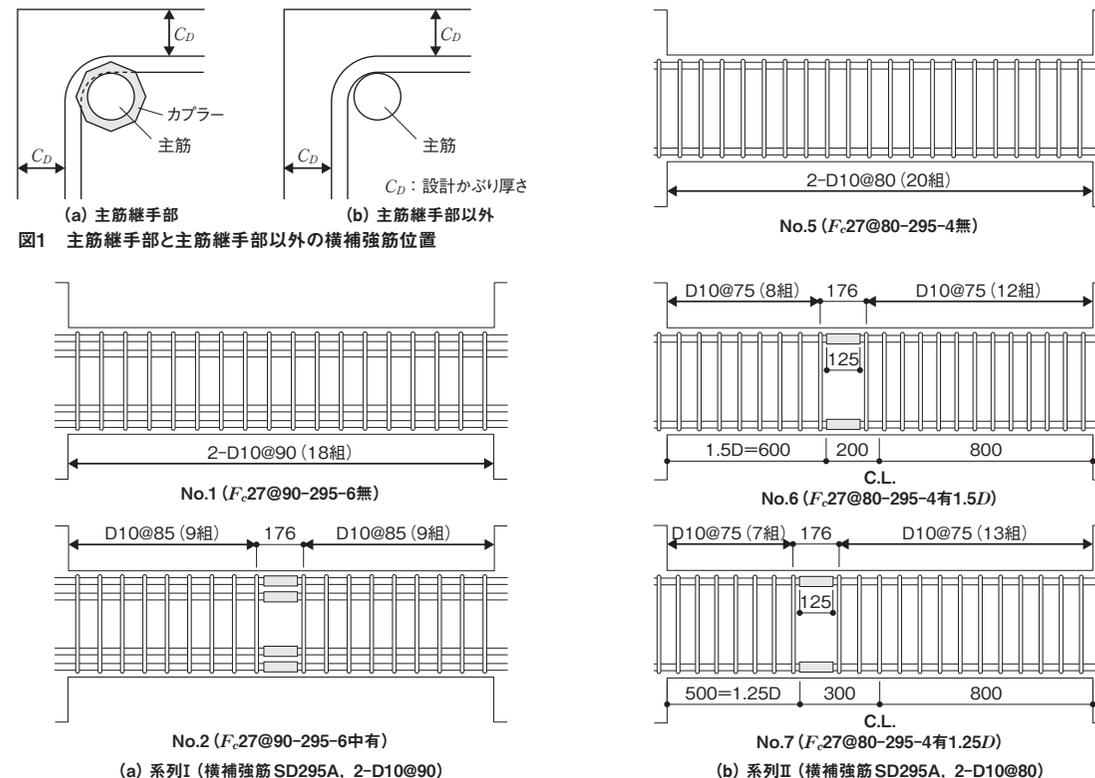
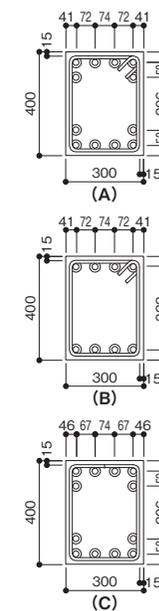


図2 既往スキップ梁実験の主要試験体配筋図¹⁾

表1 既往スキップ梁実験計画¹⁾

系列	試験体	F_c (N/mm ²)	梁主筋		主筋継手		横補強筋			断面
			鋼種	配筋 (ρ_t)	有無	位置	鋼種	配筋	ρ_w (%)	
I	No. 1	27	SD490	4+2-D22 (1.94%)	無	—	SD295A	2-D10 @90	0.53	A
	No. 2				(有)	中央				
	No. 3				無	—				
	No. 4				(有)	中央				
II	No. 5	27	SD390	4-D22 (1.29%)	無	—	SD295A	2-D10 @80	0.59	B
	No. 6				(有)	1.5D				
	No. 7				(有)	1.25D				
	No. 8				無	—				
	No. 9				(有)	1.5D				
	No. 10				(有)	1.25D				
III	No. 11	60	SD490	4+2-D22 (1.94%)	(有)	1.5D	SD295A	2-D10 @50	0.95	A
	No. 12				(有)	1.25D				
	No. 13				(有)	1.5D				
	No. 14				(有)	1.25D				
	No. 15				(有)	1.5D				
	No. 16				(有)	1.25D				

【部材寸法】 内法スパン長 $L=1600\text{mm}$ ($L/D=4.0$)、梁幅 $B \times$ 梁せい $D=300\text{mm} \times 400\text{mm}$
 【記号】 F_c : コンクリートの目標圧縮強度、 ρ_t : 引張鉄筋比、 ρ_w : 横補強筋比
 【横補強筋加工形式】 SD295A: 135°フック閉鎖型、785N級: 溶接閉鎖型
 (主筋継手) ネジバー機械式継手: JFE条鋼様



IKG スキップ梁実験

IKG スキップ梁実験^{4)~6)}は、表2に示すように、 F_c 27N/mm²、主筋鋼種SD390の継手無試験体および

継手位置1.5Dと1.25Dとした各社の継手有試験体、ならびに F_c 60N/mm²、主筋鋼種SD490とし、横補強筋鋼種を785N/mm²級とした継手無試験体と継手有試験体について行われている。

図4に示すように、主筋継手位置1.5D試験体

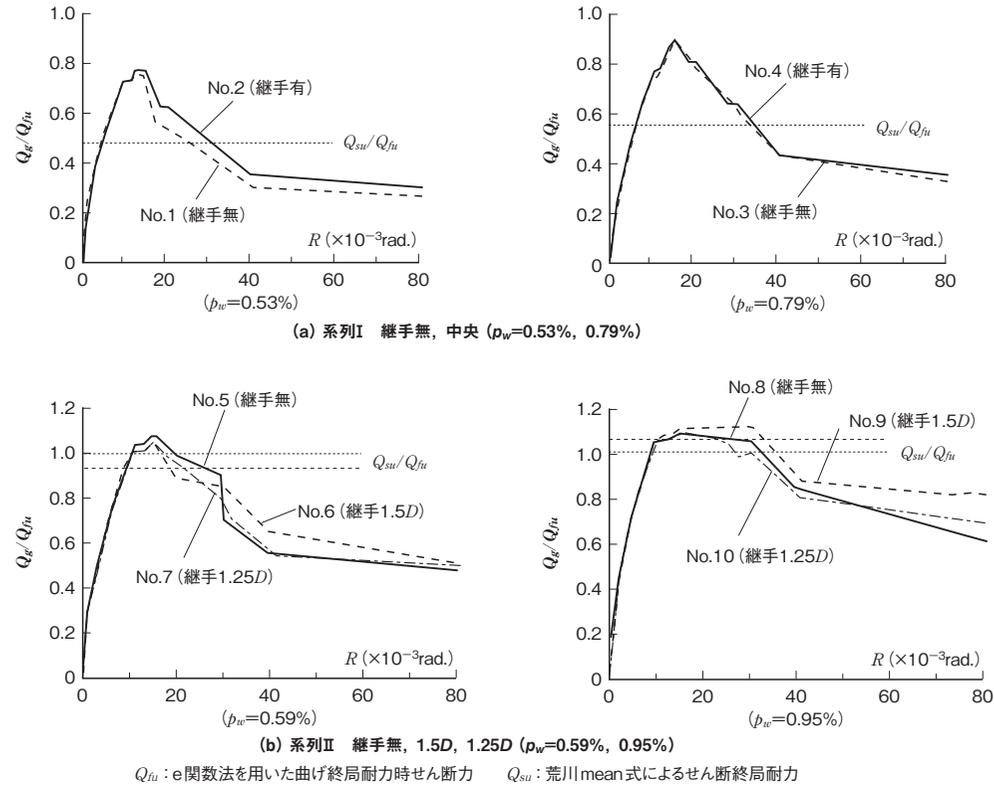


図3 既往スキップ梁実験の規準化せん断力 Q_g/Q_{fu} 一部材角 R 関係¹⁾

表2 IKGスキップ梁実験計画^{4)~6)}

試験体	F_c (N/mm ²)	梁主筋		主筋継手		横補強筋			断面
		鋼種	配筋 (ρ_t)	有無	位置	鋼種	配筋	ρ_w (%)	
No. 1	27	SD390	4-D22 (1.29%)	無	—	SD295A	2-D10 @80	0.59	A
No. 2				ONI (有)	1.5D				
No. 3				TAF (有)	1.25D				
No. 4				EG (有)	1.5D				
No. 5				無	—				
No. 6				ONI (有)	1.5D				
No. 7				ONI (有)	1.25D				
No. 8	60	SD490	4+2-D22 (1.94%)	無	—	785N級	2-D10 @80	0.59	B
No. 9				ONI (有)	1.5D				
No. 10				ONI (有)	1.25D				

【部材寸法】内法スパン長 $L=1,600\text{mm}$ ($L/D=4.0$)、梁幅 $B \times$ 梁せい $D=300\text{mm} \times 400\text{mm}$
 【記号】 F_c : コンクリートの目標圧縮強度、 ρ_t : 引張鉄筋比、 ρ_w : 横補強筋比
 ONI: ネジオンコン鉄筋継手、TAF: タフネジバーグアウト継手、EG: EGジョイント
 【横補強筋加工形式】SD295A: 135°フック閉鎖型、785N級: 溶接閉鎖型

No.2, 4, 6および1.25D試験体No.3, 5, 7の場合、主筋継手部に対する横補強筋の効果が同じになるように、継手全長 L_c を含めた両側横補強筋間の継手両端間寸法 L_{c0} をすべて200mmとしている。

ここで、継手記号ONIは伊藤製鐵所製ネジオンコン鉄筋継手、TAFは共英製鋼製タフネジバーグアウト継手、EGは合同製鐵製EGジョイントを示す。

IKGスキップ梁実験では、既往スキップ梁実験¹⁾と同様、せん断余裕度 $Q_{su}/Q_{fu}=0.9$ 程度であり、図5の

規準化せん断力 Q_g/Q_{fu} 一部材角 R 関係に示すように、継手無試験体と各社主筋継手を用いた継手有試験体は、曲げ降伏後、最大耐力に達し、その後、限界部材角 R_{80} に達している。また、継手位置1.5D試験体の R_{80} は継手無試験体の R_{80} と同程度である。

これらより、3社の機械式鉄筋継手を設けたIKGスキップ梁設計指針では、本実験を基に構造規定を定め、設計で保証すべき変形性能を確保できている。

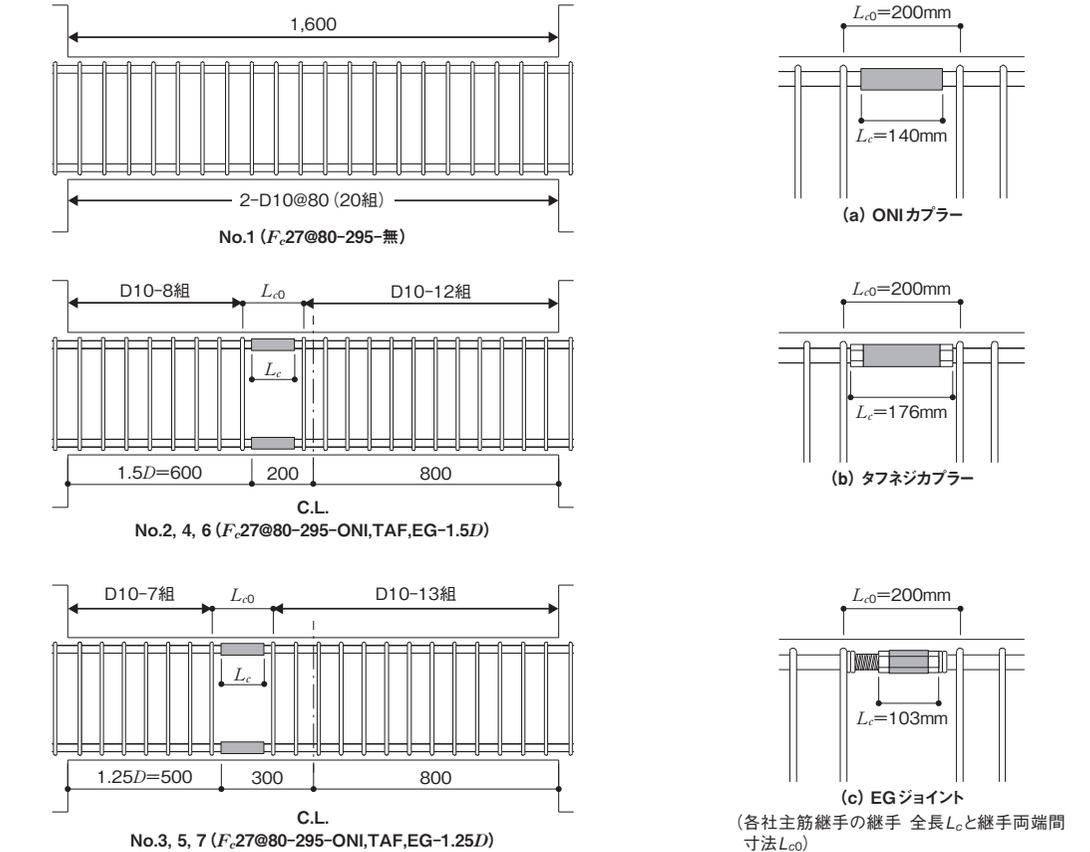
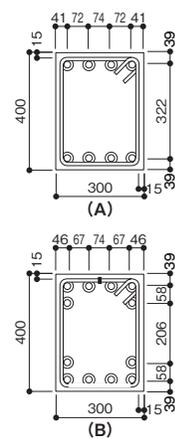


図4 IKGスキップ梁実験の主要試験体配筋図^{4)~6)}

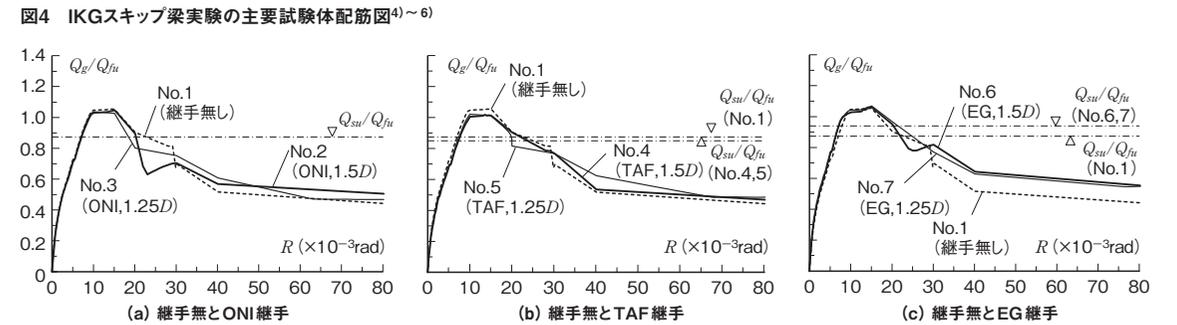


図5 IKGスキップ梁実験の規準化せん断力 Q_g/Q_{fu} 一部材角 R 関係^{4)~6)}

おわりに

本稿では、伊藤製鐵所、共英製鋼、合同製鐵3社の機械式鉄筋継手を設けたIKGスキップ梁工法開発にかかわる既往スキップ梁実験^{1)~3)}およびIKGスキップ梁実験^{4)~6)}について紹介した。

(ますお きよし)

【参考文献】

1) 田川浩之, 市岡有香子, 足立将人, 益尾潔: 横補強筋を配置しないカプラー方式主筋継手を用いたRC梁の終局耐力・変形性能, コンクリート工学年次論文集, Vol.33, No.2, pp.271-276, 2011年

2) 市岡有香子, 田川浩之, 足立将人, 益尾潔: 横補強筋を配置しないカプラー方式主筋継手を用いたRC梁の付着性能, コンクリート工学年次論文集, Vol.33, No.2, pp.265-270, 2011年
 3) 益尾潔, 丸山透, 猪砂利次, 木上貴夫: 貫通孔を有するRC梁の終局耐力および変形性能, 日本建築学会技術報告集, 第22巻, 第50号, pp.99-103, 2016年2月
 4) (一社) 建築構造技術支援機構: 建築構造技術評価報告書 ネジオンコン鉄筋継手・スキップ梁工法, (株) 伊藤製鐵所, SABTEC評価19-03, 2020年1月31日
 5) (一社) 建築構造技術支援機構: 建築構造技術評価報告書 タフネジバーグアウト継手・スキップ梁工法, 共英製鋼(株), SABTEC評価19-04, 2020年1月31日
 6) (一社) 建築構造技術支援機構: 建築構造技術評価報告書 EGジョイント・スキップ梁工法, 合同製鐵(株), SABTEC評価19-05, 2020年1月31日