

IKG スキップ梁設計指針の概要

益尾 潔 © (一社) 建築構造技術支援機構

IKG スキップ梁設計指針の基本事項

IKG スキップ梁設計指針^{1)~3)}は、A級継手性能を取得したネジonicon鉄筋継手(伊藤製鐵所)、タフネジバーグラウト継手(共英製鋼)、EGジョイント(合同製鐵)を用いたスキップ梁設計指針の総称であり、IKG スキップ梁実験⁴⁾を基に構築されている。

IKG スキップ梁設計指針では、基本事項を満足するスキップ梁の場合、主筋継手部の支圧強度は主筋継手周囲の付着強度の低下と相殺されるので、主筋継手無と同様、設計で保証すべき終局耐力および変形性能が確保されるとしている。

本稿では、同指針による材料の適用範囲、スキップ梁の基本事項、スキップ梁のせん断設計およびスキップ梁に配置する横補強筋の検定例について紹介する。

材料の適用範囲

◎機械式主筋継手

表1に示すように、IKG スキップ梁実験⁴⁾に供した主筋継手カプラー中央の直径比 D_c/d_b は1.6~1.8(d_b :主筋の呼び名の値)であり、IKG スキップ梁機械式主筋継手の外形を図1に示す。

上記のカプラー中央の直径比 D_c/d_b に対応する支圧面積比1.4~2.3は、村上、窪田ら⁷⁾の実験で定着筋の引張強度が確保された定着金物の支圧面積比(2~6)の最小値に近いことより、カプラー中央の支圧面積比に相当する支圧強度は、カプラー外周部で喪失される付着強度と相殺されると考えられる。

SABTEC機械式定着工法設計指針⁵⁾によると、主筋継手部の支圧強度は、主筋継手カプラー中央の直

径で決まる支圧面積比 a_{pc} で決定すると考えられる。

◎主筋以外の鉄筋およびコンクリート

機械式鉄筋継手と組み合わせて用いる主筋以外の鉄筋は、普通強度(SD295A~SD490)の横補強筋および大臣認定取得の高強度せん断補強筋であり、コンクリートは、設計基準強度 F_c 21~60N/mm²の普通コンクリートとしている。

スキップ梁の基本事項

1) スキップ梁の内法スパン長 L_0 は、梁せい D の4倍以上とし、主筋継手位置 L_{s0} は、図2に示すように、梁せい D の1.5倍以上とすることで、主筋継手が存在しても、終局限界変形時に梁両端部に降伏ヒンジの形成を保証している。ただし、主筋継手位置 L_{s0} は、材端部フェイスから主筋継手端面までとし、降伏ヒンジが内法スパン長 L_0 内の中間に発生しないことを確認する。

また、スキップ梁では、カットオフとした主筋を用いないとしている。

2) スキップ梁の横補強筋は、主筋継手なし梁での横補強筋比 p_w で決定する組数以上とし、式(1)を満足するように、図3の継手周囲区間に配置する。ただし、継手周囲区間の長さは最外縁上下主筋間距離 j_{ig0} と同じとし、同区間での横補強筋は主筋継手の左右区間 L_L と L_R に、それぞれ1組以上かつ左右同組数としている。

$$a_w \geq 1.0 \quad (1)$$

$$a_w = n_{w1}/n_{w0} : \text{継手周囲横補強筋配置率}$$

n_{w0} : 主筋継手なし梁での継手周囲区間の横補強筋組数 (= j_{ig0}/s_0 , s_0 : 横補強筋間隔)

n_{w1} : 主筋継手あり梁での継手周囲区間の横補強筋組数

表1 スキップ梁主筋継手諸元

主筋呼び名	ONI		TAF		EG		既往実験	
	L_c/d_b	D_o/d_b	L_c/d_b	D_o/d_b	L_c/d_b	D_o/d_b	L_c/d_b	D_o/d_b
D22	6.4	1.7	6.0	1.7	3.0	1.8	5.7	1.8
最大	6.8	1.7	7.0	1.8	3.1	1.8	5.9	1.8
最小	5.9	1.6	5.5	1.6	2.9	1.7	5.4	1.7

ONI: ネジonicon鉄筋継手, TAF: タフネジバーグラウト継手
EG: EGジョイント, 既往実験: ネジバー機械式継手
 L_c : カプラー全長, D_o : カプラー中央最大径
 d_b : 主筋呼び名の値

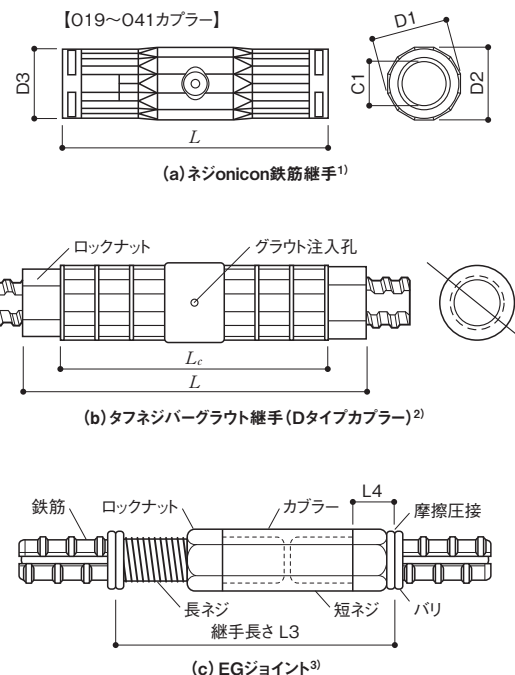


図1 IKG スキップ梁機械式主筋継手の外形

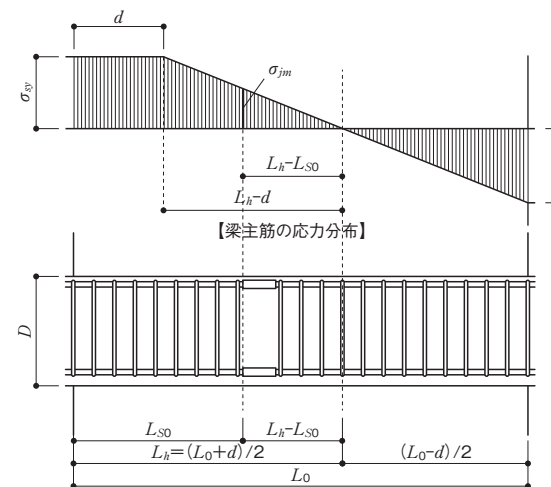


図2 梁主筋応力分布と L_{s0} の定義

図4に示すように、主筋継手なし梁として45°トラス機構を仮定し、継手周囲区間内の横補強筋組数 n_{w0} を定め、主筋継手ありの場合、継手周囲区間内の横

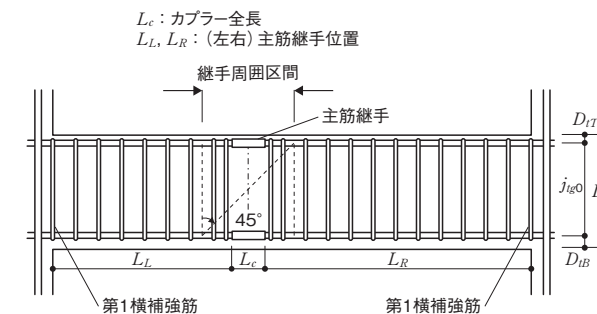
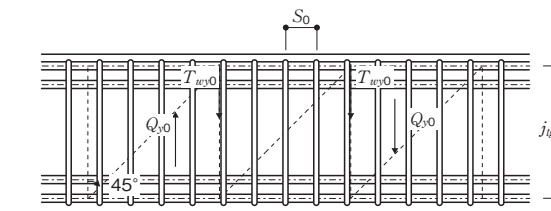
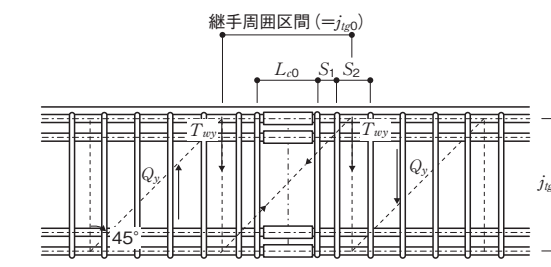


図3 継手周囲区間と同区間以外の配筋詳細



(a) 主筋継手なしの場合の横補強筋間隔 S_0

(ロックナットあり) $L_{c0} = L_c + 2L_n + d_{w0}$
(ロックナットなし) $L_{c0} = L_c + d_{w0}$
 L_c : カプラー全長
 L_n : ロックナット高さ
 d_{w0} : 横補強筋最外径



(b) 継手周囲区間と同区間以外の横補強筋間隔 S_1, S_2

図4 横補強筋間隔

補強筋の降伏耐力 $T_{wy} = n_{w1} \cdot a_w \cdot \sigma_{wy}$ に対して、式(1)の継手周囲横補強筋配置率 a_w を定義している(a_w : 横補強筋1組の断面積, σ_{wy} : 横補強筋の降伏強度)。

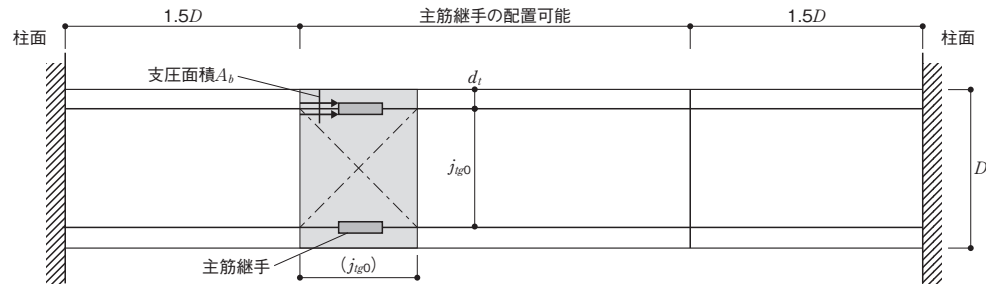
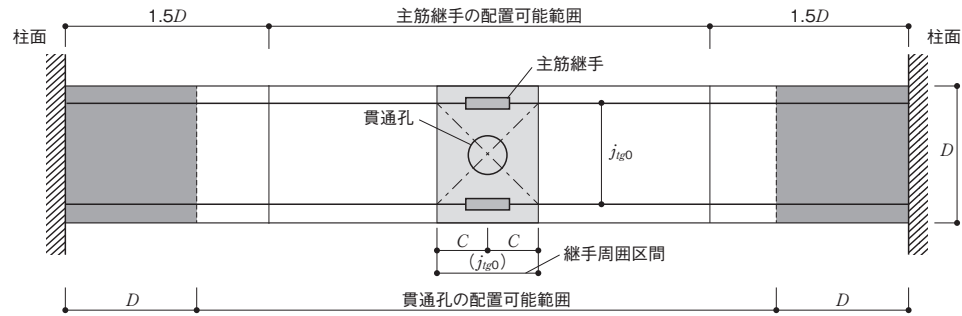
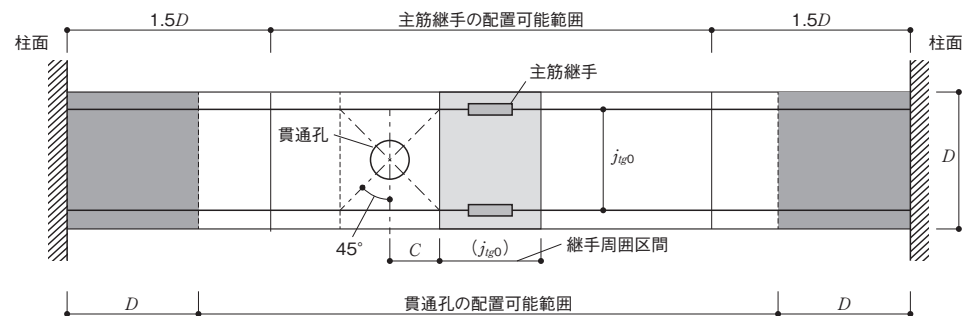


図5 主筋継手部の側面かぶりでの支圧面積



(a) 継手周囲区間に開孔部を配置した場合



(b) 継手周囲区間以外に開孔部を配置した場合

図6 スキップ梁における貫通孔の配置

3) 図5の主筋継手部の側面かぶりでの支圧面積 A_b を用い、式(2)の梁主筋継手部の支圧応力度比 F_a/F_c を規定している。一方、前述の主筋継手部カプラー中央での支圧面積比を用い、側面剥離定着耐力⁵⁾を梁主筋降伏耐力以上としても、同様の規定とすることができる(後述の検定例参照)。

$$\frac{F_a}{F_c} = \frac{\sigma_{sy}}{F_c} \cdot \frac{L_c}{2L_0} < 1 \quad (2)$$

σ_{sy} : 主筋の引張降伏強度

F_c : コンクリートの設計基準強度

ここで、梁せい $D=800\text{mm}$ 、内法スパン長 $L_0=4 \times 800=3,200\text{mm}$ のスキップ梁について、コンクリート設計基準強度 $F_c=30\text{N/mm}^2$ 、主筋鋼種SD490とし、呼び名D41の各社機械式主筋継手を用いると、以下のように、式(2)の支圧応力度比 F_a/F_c は明ら

かに1を下まわる。すなわち、IKGスキップ梁の場合、通常、式(2)の規定に係わらず、基本事項1)と2)の規定を満足すればよい。

ネジ onicon 鉄筋継手 : $F_a/F_c=0.61$

タフネジバーグラウト継手 : $F_a/F_c=0.57$

EGジョイント : $F_a/F_c=0.31$

4) 貫通孔の配置可能範囲は、図6に示すように、柱面から梁せい D の1.0倍を除く範囲とし、開孔部補強C区間は継手周囲区間の中央または継手周囲区間以外に配置する。ただし、貫通孔は継手周囲区間と継手周囲区間以外に跨いで配置しないとしている。

5) 貫通孔の直径は梁せい D の0.25倍以下とし、C区間には、2)項で規定する横補強筋とは別に、所要の開孔補強筋および孔際補強筋を配置する。

6) 開孔補強筋は、IKGスキップ梁設計施工指針で

表2 スキップ梁横補強筋の検定条件

梁幅 $b \times$ 梁せい D	$b=500\text{mm} \times D=800\text{mm}$
上下端主筋	(呼び名) D35 (本数) 1段目: 5本, 2段目: 5本
主筋中心かぶり厚さ	$d_{IT}=130\text{mm}$, $d_{IB}=90\text{mm}$
主筋継手なし梁の横補強筋	4-D13@135mm ($\rho_w=0.75\%$) 4-D13@200mm ($\rho_w=0.51\%$)
内法スパン長	$l_0=3,200\text{mm}$ ($l_0/D=4.0$) $l_0=4,800\text{mm}$ ($l_0/D=6.0$)
主筋継手位置	$L_L=1,200\text{mm}$
カプラー全長	ネジ onicon 鉄筋継手 $L_c=210\text{mm}$
	タフネジバーグラウト継手 $L_c=224\text{mm}$
	EGジョイント $L_c=105\text{mm}$

(注) d_{IT} , d_{IB} : 上端側および下端側主筋中心かぶり厚さ

検討されている第三者機関の評価を取得した既製開孔補強筋リバーレン、ウェブレン、ダイヤレンとしている。

スキップ梁のせん断設計

1) スキップ梁のせん断設計では、「スキップ梁の基本事項」を遵守し、終局限界変形に達するまで脆性破壊防止のために、本指針の【付則】に従い、SABTEC 高強度せん断補強筋設計施工指針⁶⁾と同様に規定されている「継手なし梁のせん断設計」を行う。

2) スキップ梁では、安全側の措置として、式(3)を満足する横補強筋を継手周囲区間に配置することを推奨している(図2)。

$$\alpha_w \cdot \beta_w \geq 1 \quad (3)$$

$$\beta_w = \frac{L_0 - (d + L_c)}{L_0 - d}$$

β_w : 主筋継手長さ係数

スキップ梁横補強筋の検定例

本検定例の検定条件は、表2に示すように、内法スパン長 $l_0=3,200\text{mm}$ ($l_0/D=4.0$) と $4,800\text{mm}$ ($l_0/D=6.0$)、梁横補強筋 4-D13@135mm ($\rho_w=0.75\%$) および 4-D13@200mm ($\rho_w=0.51\%$) としている。

表3の検定結果によると、式(3)の推奨事項 ($\alpha_w \cdot \beta_w \geq 1$) を満足する。また、同表では、全横補強筋組数 Σn_w 、左右区間の全横補強筋組数 n_{wLR} 、左右区間横補強筋組数 n_{wL} 、 n_{wR} を示している。

表3 スキップ梁横補強筋の検定結果

梁記号	nG11	nG12	nG21	nG22
内法スパン長 l_0 (mm)	3,200	3,200	4,800	4,800
内法スパン長比 l_0/D	4.0	4.0	6.0	6.0
横補強筋間隔 s_0 (mm)	135	200	135	200
横補強筋組数	n_{w0} (本)	5	3	5
	n_{w1} (本)	6	4	6
継手周囲横補強筋配置率 α_w	1.20	1.33	1.20	1.33
主筋継手長さ係数 β_w	0.92	0.92	0.95	0.95
$\alpha_w \cdot \beta_w$	1.10	1.22	1.14	1.26
側面剥離定着耐力比 σ_{au0}/σ_{au}	1.34	1.34	1.34	1.34
全横補強筋組数 Σn_w (本)	24	16	36	24
左右区間の全横補強筋組数 n_{wLR} (本)	18	12	30	20
左区間横補強筋組数 n_{wL} (本)	7	5	8	5
右区間横補強筋組数 n_{wR} (本)	11	7	22	15

$\Sigma n_w = \text{Roundup}(l_0/s_0, 0)$, $n_{wLR} = \Sigma n_w - n_{w1}$
 $n_{wL} = \text{Roundup}(n_{wLR} \cdot (L_L/l_0), 0)$, $n_{wR} = n_{wLR} - n_{wL}$

おわりに

本稿では、ネジ onicon 鉄筋継手、タフネジバーグラウト継手、EGジョイントを用いたIKGスキップ梁設計指針^{1)~3)}における材料の適用範囲、スキップ梁の基本事項、スキップ梁のせん断設計およびスキップ梁横補強筋の検定例について紹介した。

本連載第1回と第2回で紹介したIKGスキップ梁工法は、機械式鉄筋継手を用いた主筋継手位置でのかぶり厚さの納まりが厳しい場合に適用すると、工法メリットが活かされる。

(ますお きよし)

【参考文献】

- (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 onicon 鉄筋継手・スキップ梁工法, (株) 伊藤製鉄所, SABTEC 評価 19-03, 2020年1月
- (一社) 建築構造技術支援機構: 建築構造技術評価報告書 タフネジバーグラウト継手・スキップ梁工法, 共英製鋼(株), SABTEC 評価 19-04, 2020年1月
- (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, 合同製鉄(株), SABTEC 評価 19-05, 2020年1月
- 益尾潔: 本連載 第①回 IKG スキップ梁実験, 建築技術 2021年1月号, pp.38~41.
- (一社) 建築構造技術支援機構: SABTEC 機械式定着工法 RC 構造設計指針 (2019年), 2019年12月
- (一社) 建築構造技術支援機構: SABTEC 高強度せん断補強筋設計施工指針 (2016年), 2016年10月
- 村上雅英, 藤達也, 窪田敏行: 引き抜き試験によるはり主筋の機械式定着耐力の評価, コンクリート工学論文集, 第8巻, 第2号, pp.1-10, 1997年7月