

OSハリ－Z工法：BCJ 評定-STO159-07（2023年10月19日付）

OSハリ－Z[®]工法 設計ハンドブック



岡部株式会社



株式会社

栗本鐵工所

ご使用にあたって

本設計ハンドブックは、建築設計事務所様、建築施工会社様、鉄骨製作加工業者様において、OSハリーZを用いたSRC造の梁を設計および施工・管理される際に、安全かつ効果的にご使用いただくためのものです。設計・施工の前に必ずご一読下さるようお願い致します。

OSハリーZを用いたSRC造梁の設計を行う場合は、必ず建築基準法、関連法規、関連規準等(JASS5鉄筋コンクリート工事, JASS6鉄骨工事, 鋼構造設計規準等)を遵守して、正しい設計にお務め戴くようお願い致します。

また、ご使用にあたっては「OSハリーZカタログ」および「OSハリーZ工法設計施工標準図」等も併せてご参照くださるようお願い致します。

本資料は予告なく変更することがありますので、あらかじめご了承ください。

免責事項

万一OSハリーZに問題が発生した場合は、下記の免責事項をふまえた上で対応させていただきます。

- 本資料に記載した注意事項が行われずに発生した不具合。
- 本資料に記載した事項に反した設計・施工による不具合。
- 標準仕様以外に設計者・施工業者等の使用者が指示した仕様施工方法に起因する不具合。
- 不可抗力(天災、地変、地盤沈下、火災、爆発、騒乱など)により発生した不具合。
- 開発・製造・販売時に通常予測される環境等の条件下以外における使用・保管・輸送等に起因する不具合。

本資料に表示するOSリングは岡部株式会社の登録商標です。

目次

1. 総則

1-1 本工法の構成	1
1-2 適用事項	2
1-3 記号の説明	3

2. 構成部材の仕様

2-1 材質	7
2-1-1 OSリング	7
2-1-2 スーパーハリーZ	7
2-1-3 鉄骨	8
2-1-4 溶接材料	9
2-1-5 鉄筋	9
2-1-6 コンクリート	9
2-2 形状寸法	10
2-2-1 OSリング	10
2-2-2 スーパーハリーZ	11
2-2-3 鉄骨	13
2-2-4 鉄筋	13
2-3 設計諸元	14
2-3-1 OSリング及び鉄骨の許容応力度	14
2-3-2 溶接部の許容応力度	15
2-3-3 スーパーハリーZの許容応力度	16
2-3-4 鉄筋の許容応力度	16
2-3-5 コンクリートの許容応力度	16
2-3-6 OSリング及び鉄骨の材料強度	17
2-3-7 溶接部の材料強度	17
2-3-8 スーパーハリーZの材料強度	17
2-3-9 主筋の材料強度	17
2-3-10 せん断補強筋の材料強度	18
2-3-11 コンクリートの材料強度	18

3. 設計

3-1 設計フロー	.....	19
3-2 設計事項	.....	20
3-2-1 基本設計事項	.....	20
3-2-2 部材靱性の確保	.....	28
3-2-3 応力の確認	.....	30
3-3 耐力評価式	.....	33
3-3-1 鉄骨造部分の長期許容耐力	.....	33
3-3-2 RC造部分の長期許容耐力	.....	35
3-3-3 鉄骨造部分の短期許容耐力	.....	36
3-3-4 RC造部分の短期許容耐力	.....	36
3-3-5 SRC構造梁貫通孔部分の終局耐力	.....	37
3-3-6 鉄骨造部分の終局耐力	.....	38
3-3-7 RC造部分の終局耐力	.....	39
3-3-8 鉄骨造部分のすみ肉溶接の必要サイズの算定	.....	40

1.総 則

1-1 本工法の構成

本工法は、鉄骨鉄筋コンクリート(以下SRCと称す)構造建築物の梁に設けられた円形貫通孔の周囲を補強する工法であり、梁の鉄筋コンクリート(以下RCと称す)造部分は「スーパーハリーZ」により、梁の鉄骨造部分は「OSリング工法」により補強することで梁貫通孔部分の耐力を確保する。

本工法の構成概要を図1-1-1に示す。RC造部分は、特殊な補強材「スーパーハリーZ」を用いて補強する。スーパーハリーZは一笔描きにより形状を形成しており、異形棒鋼を連続成形することにより製造している。そのため、常に均一な品質が保たれ、溶接等による品質管理の手間が省けることが特長である。

鉄骨造部分は、リング状の鋼製金物「OSリング」を用いて補強する。OSリングは外側のみを全周すみ肉溶接することでH形断面鉄骨梁のウェブ片面または両面に取り付けることが特長である。

本工法の構成部材であるスーパーハリーZは株式会社栗本鐵工所において製造供給され、OSリングは岡部株式会社において製造供給される。

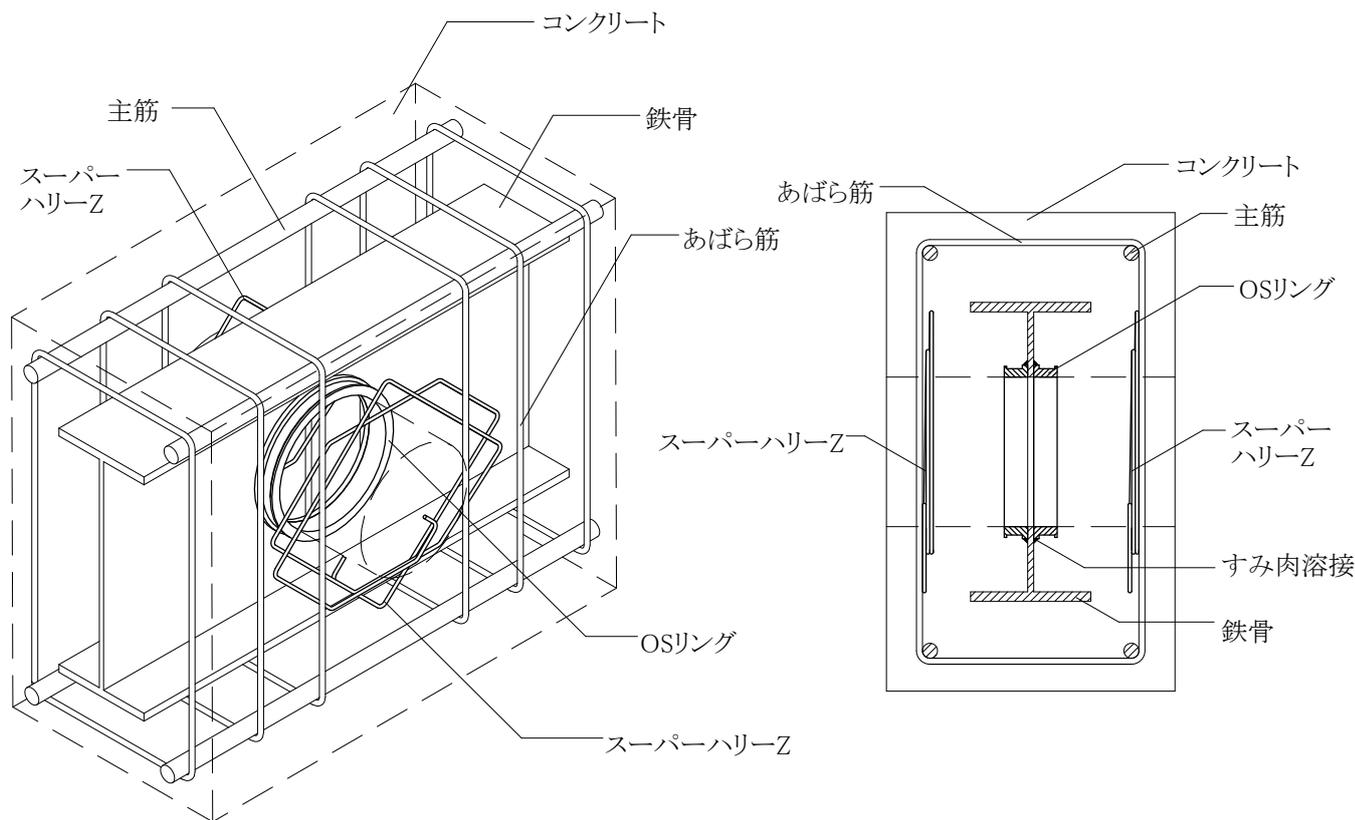


図1-1-1構成概要図

1-2 適用事項

この設計施工指針(以下「本指針」という)は、本工法を使用する場合の設計及び施工に適用する。
本指針に記載されない事項に関しては下記による。

- (1) 建築基準法・同施行令・建設大臣告示・国土交通大臣告示等
- (2) 2020年版 建築物の構造関係技術基準解説書 (一般財団法人建築行政情報センター)
- (3) 公共建築工事標準仕様書 建築工事編 令和4年版 (一般社団法人公共建築協会)
- (4) 鋼構造許容応力度設計規準 (2019) (日本建築学会)
- (5) 建築工事標準仕様書・同解説 JASS6 鉄骨工事 (2018) (日本建築学会)
- (6) 鉄骨工事技術指針 (2018) (日本建築学会)
- (7) 鉄骨精度測定指針 (2018) (日本建築学会)
- (8) 鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説 (2018) (日本建築学会)
- (9) 鉄筋コンクリート構造保有水平耐力計算規準・同解説 (2021) (日本建築学会)
- (10) 鉄筋コンクリート造建物の終局強度型耐震設計指針・同解説 (1990) (日本建築学会)
- (11) 鉄筋コンクリート造配筋指針・同解説 (2021) (日本建築学会)
- (12) 建築工事標準仕様書・同解説 JASS5 鉄筋コンクリート工事 (2018) (日本建築学会)
- (13) 鉄骨鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説 (2014) (日本建築学会)
- (14) 鉄骨鉄筋コンクリート造配筋指針・同解説 (2005) (日本建築学会)

1-3 記号の説明

m_{at}	: 引張鉄筋の断面積 (mm^2)
s_{ahw}	: 有孔部における鉄骨ウェブの断面積 (mm^2)
s_{ia}	: スラブ筋の断面積 (mm^2)
w_a	: 有効補強範囲のあばら筋の断面積 (mm^2)
w_{as}	: 1組のあばら筋の断面積 (mm^2)
z_a	: スーパーハリーZの有効断面積 (mm^2)
z_{as}	: スーパーハリーZの断面積 (mm^2)
b	: T形断面をもつSRC構造部材のウェブ幅、長方形梁の幅 (mm)
b_f	: 鉄骨造部分のフランジの幅 (mm)
b_R	: OSリングの幅 (mm)
b_1	: OSリングの幅1 (mm)
b_2	: OSリングの幅2 (mm)
C	: 有効補強範囲 (mm)
D	: SRC梁せい (mm)
D_h	: 貫通孔径 (mm)
d_w	: 鉄骨造部分のウェブのせい (mm)
d_w'	: 鉄骨造部分のウェブの半せい (mm)
d_R	: OSリングの内径 (mm)
m_d	: SRC梁の圧縮鉄筋重心から引張鉄筋重心までの距離(mm)
r_d	: SRC梁の圧縮縁から引張鉄筋重心までの距離(有効せい)(mm)
s_D	: 鉄骨造部分の全せい(mm)
s_{d_h}	: 鉄骨造部分のウェブ貫通孔径(mm)
s_{e1}	: OSリング内円の縁と鉄骨ウェブ貫通孔の縁の距離1(mm)
s_{e2}	: OSリング内円の縁と鉄骨ウェブ貫通孔の縁の距離2(mm)
F_c	: コンクリート設計基準強度(N/mm^2)
m_{fA}	: 主筋の短期許容引張応力度(N/mm^2)
m_{fL}	: 主筋の長期許容引張応力度(N/mm^2)
r_{fA}	: OSリングの短期許容応力度(N/mm^2) (ただし、 $r_{fA} \geq s_{fA}$ の場合は $r_{fA}=s_{fA}$)
r_{fL}	: OSリングの長期許容応力度(N/mm^2) (ただし、 $r_{fL} \geq s_{fL}$ の場合は $r_{fL}=s_{fL}$)
s_{fA}	: 鉄骨造部分の短期許容応力度(N/mm^2)
s_{fL}	: 鉄骨造部分の長期許容応力度(N/mm^2)
w_{fA}	: 有効補強範囲内のあばら筋のせん断補強用短期許容応力度(N/mm^2)
w_{fL}	: 有効補強範囲内のあばら筋のせん断補強用長期許容応力度(N/mm^2)
z_{fA}	: スーパーハリーZの短期許容応力度(N/mm^2)
z_{fL}	: スーパーハリーZの長期許容応力度(N/mm^2)
g_c	: OSリング肉断面内の圧縮重心(mm)
g_{pR}	: OSリング肉断面の塑性重心(mm)

g_R : OSリング肉断面の重心(mm)
 g_T : せん断力による2次曲げを負担する鉄骨造部分の片側T形断面の図心位置(mm)
 g_t : OSリング肉断面内の引張重心(mm)
 I_{mR} : OSリング曲げ耐力算定用断面2次モーメント(mm⁴)
 I_R : OSリングせん断耐力算定用断面2次モーメント(mm⁴)
 I_T : せん断力による2次曲げを負担する鉄骨造部分の片側T形断面の断面2次モーメント(mm⁴)
 s_{I_f} : 鉄骨造部分のフランジの断面2次モーメント(mm⁴)
 s_{I_h} : 有孔部における鉄骨造部分の断面2次モーメント(mm⁴)
 $s_{I_{wh}}$: 有孔部における鉄骨造部分のウェブの断面2次モーメント(mm⁴)
 r_j : 応力中心間距離(mm)
 L_1 : SRC柱際から貫通孔中心までの水平方向の距離(mm)
 L_2 : 貫通孔水平中心間距離(mm)
 L_3 : SRC梁と貫通孔のへりあき寸法(mm)
 L_4 : 鉄骨梁と貫通孔のへりあき寸法(mm)
 l' : SRC梁の内のりスパン長さ(mm)
 M_{UD} : 終局時における設計用部材曲げ応力(N・mm)
 M_{Uh} : 有孔部終局曲げ耐力(N・mm)
 M_{UhQ} : Q_{UD} が作用するときに負担できる有孔部終局曲げ耐力(N・mm)
 M_{UL} : SRC梁部材の一端の終局モーメント(N・mm)
 M_{UR} : SRC梁部材の他端の終局モーメント(N・mm)
 rM_{AD} : 短期許容時におけるRC造部分の設計用部材曲げ応力(N・mm)
 rM_{Ah} : RC造部分の有孔部短期許容曲げ耐力(N・mm)
 rM_{LD} : 長期許容時におけるRC造部分の設計用部材曲げ応力(N・mm)
 rM_{Lh} : RC造部分の有孔部長期許容曲げ耐力(N・mm)
 rM_{Uh} : RC造部分の有孔部終局曲げ耐力(N・mm)
 sM_{AD} : 短期許容時における鉄骨造部分の設計用部材曲げ応力(N・mm)
 sM_{AhQ} : sQ_{AD} が作用するときに負担できる鉄骨造部分の有孔部短期許容曲げ耐力(N・mm)
 sM_{LD} : 長期許容時における鉄骨造部分の設計用部材曲げ応力(N・mm)
 sM_{LhQ} : sQ_{LD} が作用するときに負担できる鉄骨造部分の有孔部長期許容曲げ耐力(N・mm)
 sM_{Uh} : 鉄骨造部分の有孔部終局曲げ耐力(N・mm)
 n : OSリングの個数
 n_U : せん断破壊防止設計用割増し係数
 m_{Pt} : 引張鉄筋比
 z_{Ph} : スーパーハリーZの補強筋比
 w_{Ph} : 有効補強範囲のあばら筋比
 Q_D : せん断破壊防止設計用せん断力(N)
 Q_U : SRC梁部材の両端が降伏したときのせん断力(N)
 Q_{UD} : 終局時設計における設計用部材せん断応力(N)
 Q_{Uh} : 有孔部終局せん断耐力(N)

- Q_0 : 支持条件を単純支持とした場合に、固定荷重と積載荷重との和によって生ずるせん断力(N)
 rQ_{AD} : 短期許容時におけるRC造部分の設計用部材せん断応力(N)
 rQ_{Ah} : RC造部分の有孔部短期許容せん断耐力(N)
 rQ_{LD} : 長期許容時におけるRC造部分の設計用部材せん断応力(N)
 rQ_{Lh} : RC造部分の有孔部長期許容せん断耐力(N)
 rQ_{Uh} : RC造部分の有孔部終局せん断耐力(N)
 sQ_{AD} : 短期許容時における鉄骨造部分の設計用部材せん断応力(N)
 sQ_{Ah} : 鉄骨造部分の有孔部短期許容せん断耐力(N)
 sQ_{LD} : 長期許容時における鉄骨造部分の設計用部材せん断応力(N)
 sQ_{Lh} : 鉄骨造部分の有孔部長期許容せん断耐力(N)
 sQ_{Uh} : 鉄骨造部分の有孔部終局せん断耐力(N)
 r : H形鋼のフレット寸法またはビルトH鋼の溶接サイズ(mm)
 R_R : OSリングの内半径(mm)
 sR_h : 鉄骨造部分のウェブ貫通孔の半径(mm)
 S : OSリングと鉄骨ウェブのすみ肉溶接サイズ(mm)
 t_f : 鉄骨造部分のフランジ厚(mm)
 t_R : OSリング最大肉厚(mm)
 t_w : 鉄骨造部分のウェブ厚(mm)
 t_1 : OSリング肉厚1(mm)
 t_2 : OSリング肉厚2(mm)
 Z_p : 鉄骨造部分の塑性断面係数(mm³)
 Z_{pf} : 鉄骨造部分のフランジの塑性断面係数(mm³)
 Z_{ph} : 鉄骨造部分のウェブ断面が最小となる部分における鉄骨の塑性断面係数(mm³)
 Z_{phw} : 有孔部における鉄骨造部分のウェブの塑性断面係数(mm³)
 Z_{pmR} : OSリングの曲げ耐力算定用塑性断面係数(mm³)
 Z_{pR} : OSリング肉の塑性断面係数(mm³)
 Z_R : OSリング肉の断面係数(mm³)
 Z_T : せん断力による2次曲げを負担する鉄骨造部分の片側T形断面の断面係数(mm³)
 α_h : 修正係数
 $r\alpha$: $r\alpha = 4 / \{rM_d / (rQ_d \cdot r_d) + 1\}$ かつ $1 \leq r\alpha \leq 2$
 $rM_d / (rQ_d \cdot r_d)$:せん断スパン比 (梁の有効長さ内における当該梁に作用する最大の曲げモーメントと最大のせん断力の比とし、 $1 \leq rM_d / (rQ_d \cdot r_d) \leq 3$ で1以下の場合は1、3以上の場合は3とする)。
 $s\alpha_A$: OSリング有効許容曲げ負担係数
 $s\alpha_U$: OSリング有効終局曲げ負担係数
 β_h : 安全係数
 $s\beta_A$: 有孔部における鉄骨ウェブの許容せん断力負担割合
 $s\beta_U$: 有孔部における鉄骨ウェブの終局せん断力負担割合
 $m\sigma_y$: 主筋の材料強度(N/mm²)
 $R\sigma_y$: OSリングの材料強度(N/mm²) (ただし、 $R\sigma_y \geq s\sigma_y$ の場合は $R\sigma_y = s\sigma_y$)

- $s\sigma_y$: 鉄骨の材料強度(N/mm²)
- $sl\sigma_y$: スラブ筋の材料強度(N/mm²)
- $w\sigma_y$: 有効補強範囲内のあばら筋の材料強度(N/mm²)
- $z\sigma_y$: スーパーハリーZの材料強度(N/mm²)

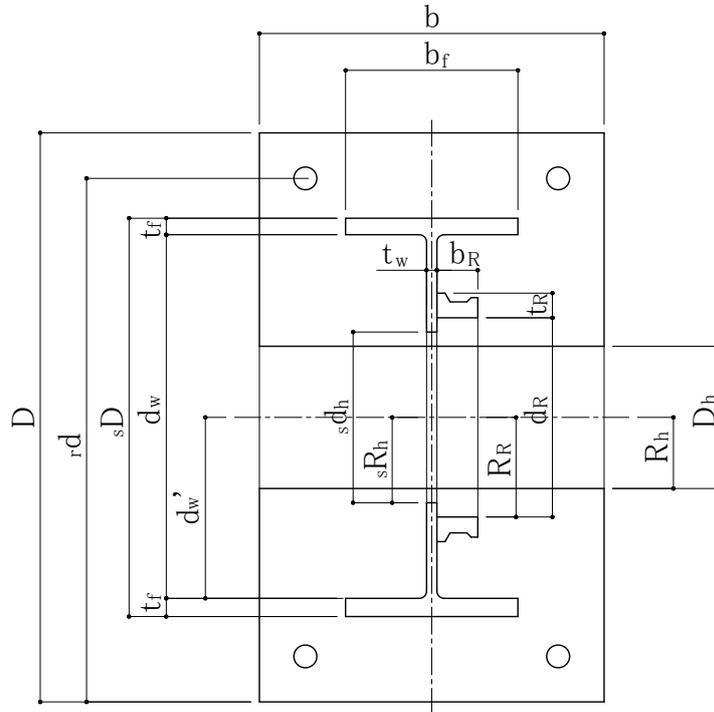


図1-3-1 記号の説明

2. 構成部材の仕様

2-1 材質

2-1-1 OSリング

OSリングに用いる鋼材は、製造方法に応じてそれぞれ表2-1-1に示す規格品を用いる。なお、国土交通大臣の認定を取得した材料以外は建築基準法第37条第一号に適合するものに限る。

表2-1-1 OSリングに用いる鋼材

OSリング製造方法	規格 または認定番号	種類	鋼種
ローリング鍛造加工 (Fシリーズ)	MSTL-0558 MSTL-0561	梁貫通孔補強工法に用いる 鍛鋼品リング鋼材 「OSリング」(T)	OSリング(T)
	MSTL-0601	梁貫通孔補強工法に用いる 鍛鋼品リング鋼材 「OSリング」(O)	OSリング(O)
鋼管切断加工 (Tシリーズ)	JIS G 3475	建築構造用炭素鋼管	STKN490B
厚板切断加工 (Pシリーズ)	JIS G 3136	建築構造用圧延鋼材	SN490B SN490C
	JIS G 3106	溶接構造用圧延鋼材	SM490A SM490B SM490C

2-1-2 スーパーハリーZ

スーパーハリーZに用いる鋼材は、建築基準法第37条第二号の規定に適合すると国土交通大臣が認めたもので、表2-1-2に示す規格品を使用する。

表2-1-2 スーパーハリーZに用いる鋼材

認定番号	種類	鋼種
MSRB-0004	高強度鉄筋コンクリート用棒鋼	KSS785-K

2-1-3 鉄骨

鉄骨はH形断面鉄骨とし、鉄骨は表2-1-3に示す規格品および国土交通大臣認定を受けた基準強度が325～355N/mm²の建築構造用鋼材として表2-1-4に示す認定番号の鋼材を使用する。なお、国土交通大臣の認定を取得した材料以外は建築基準法第37条第一号に適合するものに限る。

表2-1-3 適用鉄骨梁

規格	種類	鋼種
JIS G 3101	一般構造用圧延鋼材	SS400
JIS G 3106	溶接構造用圧延鋼材	SM400A,SM400B,SM400C SM490A,SM490B,SM490C SM520B,SM520C
JIS G 3136	建築構造用圧延鋼材	SN400A*,SN400B,SN400C SN490B,SN490C (*SN400Aは塑性化部分に適用不可)

表2-1-4 国土交通大臣認定を受けた基準強度が325～355N/mm²の適用可能鉄骨梁一覧

No.	認定番号	名称	名称	F値	製造工場
1	MSTL-9010	建築構造用TMCP鋼材	T-DAC325,T-DAC325B,T-DAC325C T-DAC355,T-DAC355B,T-DAC355C	325 355	新日鉄住金株式会社 鹿島製鐵所
2	MSTL-9012	建築構造用TMCP鋼材	BT-HT325,BT-HT325B,BT-HT325C BT-HT355,BT-HT355B,BT-HT355C	325 355	新日鉄住金株式会社 君津製鐵所 名古屋製鐵所,大分製鐵所
3	MSTL-0073	建築構造用鋼材	BT-HT325B,BT-HT325C BT-HT355B,BT-HT355C	325 355	新日本製鐵株式会社
4	MSTL-0312	建築構造用高降伏点H形鋼490N/mm ² 鋼材	NSYP345B	345	新日鉄住金株式会社 堺製鐵所
5	MSTL-0319	建築構造用高降伏点H形鋼490N/mm ² 鋼材	NSYP345B	345	新日鉄住金株式会社 君津製鐵所
6	MSTL-0128	建築構造用TMCP鋼材	HBL325B,HBL325C HBL355B,HBL355C	325 355	JFEスチール株式会社 西日本製鐵所・倉敷地区
7	MSTL-0129	建築構造用TMCP鋼材	HBL325B,HBL325C HBL355B,HBL355C	325 355	JFEスチール株式会社 東日本製鐵所・京浜地区
8	MSTL-0135	建築構造用TMCP鋼材	HBL325B,HBL325C HBL355B,HBL355C	325 355	JFEスチール株式会社 西日本製鐵所・福山地区
9	MSTL-0564	建築構造用490N/mm ² TMCP鋼材	HBL325B, HBL325C	325	JFE スチール株式会社 東日本製鐵所 京浜地区
10	MSTL-0314	建築構造用520N/mm ² TMCP H形鋼	HBL-H355B,HBL-H355C	355	JFEスチール株式会社 西日本製鐵所・倉敷地区
11	MSTL-0565	建築構造用520N/mm ² TMCP鋼材	HBL355B, HBL355C	355	JFE スチール株式会社 東日本製鐵所 京浜地区
12	MSTL-9006	建築構造用TMCP鋼材	KCLA325,KCLA325B,KCLA325C KCLA355,KCLA355B,KCLA355C	325 355	株式会社神戸製鋼所 加古川製鐵所
13	MSTL-0393	建築構造用490MPa級TMCP厚鋼板	CK-HYS325B,CK-HYS325C	325	中部鋼板株式会社
14	MSTL-0409	建築構造用520MPa級TMCP厚鋼板	CK-HYS355B,CK-HYS355C	355	中部鋼板株式会社
15	MSTL-0516	建築構造用TMCP鋼材	PILSN325B,PILSN325C	325	POSCO

2-1-4 溶接材料

鉄骨ウェブとOSリングを溶接する溶接材料は表2-1-5に示す規格品とし、溶接金属の引張強さが490N/mm²以上の材料を使用する。なお、建築基準法第37条第一号に適合するものに限る。

表2-1-5 溶接棒、溶接ワイヤ

溶接方法	規格	種類
被覆アーク溶接	JIS Z 3211	軟鋼、高張力鋼及び 低温用鋼用被覆アーク溶接棒
ガスシールドアーク溶接	JIS Z 3312	軟鋼及び高張力鋼用マグ溶接 ソリッドワイヤ
	JIS Z 3313	軟鋼、高張力鋼及び低温用鋼用 アーク溶接フラックス入りワイヤ

2-1-5 鉄筋

鉄筋は表2-1-6に示す規格品を使用する。なお、建築基準法第37条第一号に適合するものに限る。

表2-1-6 鉄筋

規格	種類	鋼種
JIS G 3112	鉄筋コンクリート用棒鋼	SD295 SD345 SD390 SD490

2-1-6 コンクリート

コンクリートは表2-1-7に示す規格品を使用する。なお、建築基準法第37条第一号に適合するものに限る。

表2-1-7 コンクリート

規格	種類	設計基準強度(N/mm ²)
JIS A 5308	普通コンクリート	21以上 45以下

2-2 形状寸法

2-2-1 OSリング

本工法に適用するOSリングの形状概要図を図2-2-1に、形状寸法を表2-2-1に示す。末尾にSを付した形式は標準タイプ(Sタイプ)、Lを付した型式はSタイプより大きな断面を有する高耐力タイプ(Lタイプ)であり、作用応力(曲げモーメント・せん断力)により、適宜補強仕様を選定する。

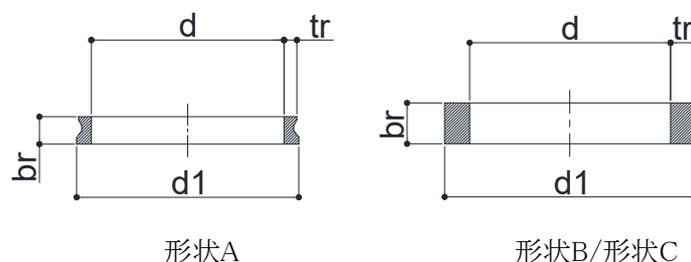


図2-2-1 OSリングの形状寸法

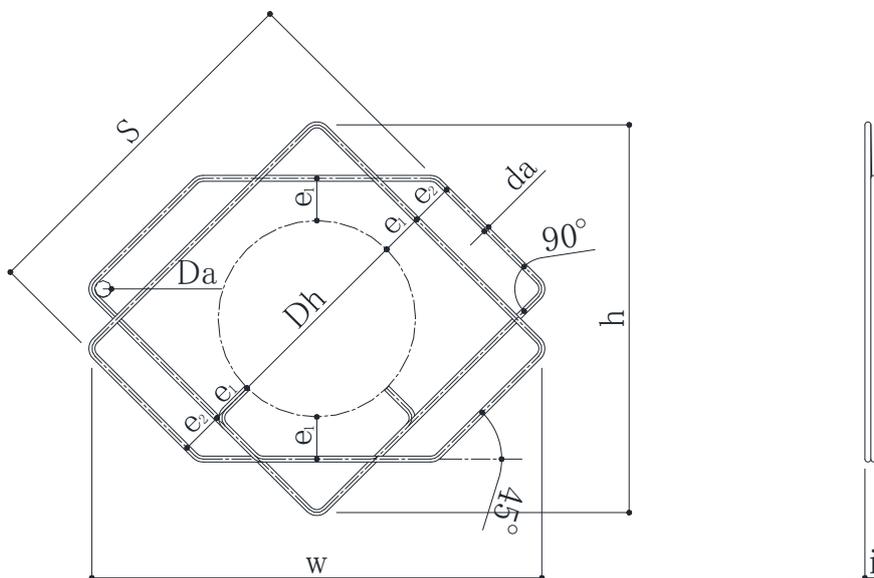
表2-2-1 OSリングの形状寸法

OSリング 製品記号	寸法				断面性能				形状	製造 ^{※1} 方法		
	内径 d (mm)	最外径 d1 (mm)	幅 br (mm)	最大肉厚 tr (mm)	Zr ($\times 10^2 \text{mm}^3$)	Zpr ($\times 10^2 \text{mm}^3$)	Imr ($\times 10^6 \text{mm}^3$)	Zpmr ($\times 10^4 \text{mm}^3$)				
100S	100	122	20	11	2.70	4.79	1.16	2.11	A	F		
125S	125	151	24	13	4.03	7.46	2.42	3.54				
150S	150	178	27	14	5.08	9.59	4.12	5.08				
175S	175	207	30	16	6.50	12.9	6.77	7.19				
200S	200	234	32	17	8.19	16.0	10.1	9.44				
250S	250	290	39	20	12.6	25.6	21.9	16.4				
300S	300	346	43	23	17.1	35.2	38.0	23.9				
350S	350	400	47	25	23.8	47.9	63.1	34.1				
400S	400	446	51	23	45.0	67.4	105	49.6	B	F		
	413	461	48	24	46.1	69.1	110	50.3	C	T or P		
450S	450	504	51	27	62.0	93	157	65.7	B	F		
	463	525	44	31	70.5	106	167	67.4	C	T or P		
500S	500	558	55	29	77.1	116	223	84.4	B	F		
	513	575	51	31	81.7	123	234	86.0	C	T or P		
600S	600	664	63	32	108	161	403	127	B	F		
	613	683	57	35	116	175	419	129	C	T or P		
100L	100	144	33	22	13.8	27.0	4.07	6.83	A	F		
125L	125	177	39	26	20.9	42.7	8.52	11.6				
150L	150	208	44	29	30.1	60.6	15.2	17.4				
175L	175	241	50	33	39.8	83.4	25.4	25.1				
200L	200	270	53	35	49.9	102	37.1	32.4				
250L	250	332	63	41	75.3	160	77.7	54.8				
300L	300	374	70	37	160	240	148	87.3			B	F
	313	391	64	39	162	243	155	87.9			C	T or P
350L	350	430	78	40	208	312	238	122	B	F		
	363	448	73	42.5	220	330	256	126	C	T or P		
400L	400	490	89	45	300	451	398	178	B	F		
	413	508	84	47.5	316	474	425	184	C	T or P		
450L	450	552	90	51	390	585	578	230	B	F		
	463	568	88	52.5	404	606	616	238	C	T or P		

※1 F: ローリング鍛造加工、T: 鋼管切断加工、P: 厚板切断加工

2-2-2 スーパーハリーZ

本工法に適用するスーパーハリーZの形状概要を図2-2-2に示す。また、図2-2-2に基づき、各タイプ別の寸法・重量を算定し表2-2-2に示す。



ここで、

Dh:孔径(スリーブ外径) (mm)

da:公称直径 (mm)

Da:鉄筋の折曲げ内のり直径 (mm) $Da=3,4da$

e_1 :孔面から第1鉄筋中心までの距離 (mm)

S6: $e_1=43$, S8: $e_1=44$, S10: $e_1=46$, S13: $e_1=47$, S16: $e_1=49$

e_2 :第1鉄筋と第2鉄筋の間隔 (mm)

S6: $e_2=43$, S8: $e_2=45$, S10: $e_2=48$, S13: $e_2=51$, S16: $e_2=55$

i :スーパーハリーZの厚さ (mm)

S6: $i=18$, S8: $i=24$, S10: $i=33$, S13: $i=42$, S16: $i=54$

図2-2-2 スーパーハリーZの形状概要図

表2-2-2 スーパーハリーZ各タイプ別の寸法・重量一覧

呼径	スリーブ径 (対応外径)	MA(鉄筋S6 キャップ白色)				MA(鉄筋S8 キャップ黄色)				MA(鉄筋S10 キャップ青色)			
		h	w	s	重量	h	w	s	重量	h	w	s	重量
		(mm)	(mm)	(mm)	(kg/組)	(mm)	(mm)	(mm)	(kg/組)	(mm)	(mm)	(mm)	(kg/組)
100	~114	273	334	286	1.0	272	336	292	1.6	274	342	302	2.3
125	~140	310	370	312	1.1	309	373	318	1.7	311	379	328	2.5
150	~165	345	406	337	1.2	345	408	343	1.9	346	414	353	2.8
175	~200	395	455	372	1.4	394	458	378	2.1	396	464	388	3.1
200	~225	430	491	397	1.5	429	493	403	2.3	431	499	413	3.3
225	~250	465	526	422	1.6	465	528	428	2.5	467	535	438	3.6
250	~275	501	561	447	1.7	500	564	453	2.6	502	570	463	3.8
275	~287	518	578	459	1.7	517	581	465	2.7	519	587	475	3.9
300	~325	571	632	497	1.9	571	634	503	2.9	573	641	513	4.3
325	~337	588	649	509	1.9	588	651	515	3.0	590	658	525	4.4
350	~375	-	-	-	-	642	705	553	3.3	643	711	563	4.8
400	~414	-	-	-	-	697	760	592	3.5	699	766	602	5.1
450	~465	-	-	-	-	769	832	643	3.9	771	839	653	5.6
500	~516	-	-	-	-	-	-	-	-	843	911	704	6.1
550	~550	-	-	-	-	-	-	-	-	891	959	738	6.4
600	~600	-	-	-	-	-	-	-	-	962	1,030	788	6.9
650	~650	-	-	-	-	-	-	-	-	1,032	1,100	838	7.4
700	~700	-	-	-	-	-	-	-	-	1,103	1,171	888	7.8
750	~750	-	-	-	-	-	-	-	-	1,174	1,242	938	8.3

呼径	スリーブ径 (対応外径)	MA(鉄筋S13 キャップ緑色)				MA(鉄筋S16 キャップ赤色)			
		h	w	s	重量	h	w	s	重量
		(mm)	(mm)	(mm)	(kg/組)	(mm)	(mm)	(mm)	(kg/組)
100	~114	272	344	310	4.1	272	350	322	6.5
125	~140	309	381	336	4.5	309	387	348	7.2
150	~165	344	416	361	4.9	345	422	373	7.9
175	~200	394	466	396	5.5	394	472	408	8.8
200	~225	429	501	421	6.0	429	507	433	9.4
225	~250	465	537	446	6.4	465	543	458	10.1
250	~275	500	572	471	6.8	500	578	483	10.8
275	~287	517	589	483	7.0	517	595	495	11.1
300	~325	571	643	521	7.6	571	649	533	12.1
325	~337	588	660	533	7.8	588	666	545	12.4
350	~375	641	713	571	8.5	642	719	583	13.4
400	~414	696	769	610	9.1	697	775	622	14.5
450	~465	769	841	661	10.0	769	847	673	15.8
500	~516	841	913	712	10.9	841	919	724	17.2
550	~550	889	961	746	11.4	889	967	758	18.1
600	~600	960	1,032	796	12.3	960	1,038	808	19.4
650	~650	1,030	1,102	846	13.1	1,030	1,108	858	20.7
700	~700	1,101	1,173	896	14.0	1,101	1,179	908	22.0
750	~750	1,172	1,244	946	14.8	1,172	1,250	958	23.3

注) ・h, w, sは図2-2-2を参照すること

・重量は2枚分とする

2-2-3 SRC梁せい

梁せい(D)は500mm以上とする。

2-2-4 鉄骨

鉄骨はH形断面の充腹型鉄骨とし、鉄骨せい(sD)は1800mm以下、鉄骨幅(b_f)は原則として600mm以下(ただし、 $sD \geq 750\text{mm}$ で $b_f < 0.9 \times sD$ の関係であれば、1,000mm以下)、鉄骨ウェブ厚(t_w)は32mm以下、鉄骨フランジ厚(t_f)は100mm以下とする。ただし、鉄骨ウェブの鋼種が「一般構造用圧延鋼材」(SS材)又は「溶接構造用圧延鋼材」(SM材)又はSN400Aの場合、ウェブ厚(t_w)は25mm以下とする。

2-2-5 鉄筋

鉄筋は、JIS G 3112(鉄筋コンクリート用棒鋼)の規格に定めた異形鉄筋とし、呼び名51mm以下とする。

2-3 設計諸元

2-3-1 OSリング及び鉄骨の許容応力度

OSリング及び鉄骨に用いる鋼材の許容応力度は表2-3-1に示す数値とする。

OSリングの許容応力度の基準強度は表2-3-2～2-3-4に示す数値とし、鉄骨の許容応力度の基準強度は表2-3-5に示す数値とする。ただし、OSリングの基準強度が鉄骨の基準強度を上回る場合は、OSリングの基準強度は鉄骨の基準強度と同等とする。

表2-3-1 OSリング及び鉄骨の許容応力度

長期応力に対する許容応力度 (N/mm ²)				短期応力に対する許容応力度 (N/mm ²)			
圧縮	引張	曲げ	せん断	圧縮	引張	曲げ	せん断
$\frac{F}{1.5}$			$\frac{F}{1.5\sqrt{3}}$	長期応力に対する圧縮・引張・曲げ・せん断の許容応力度のそれぞれの数値の1.5倍とする。			
この表においてFは表2-3-2～表2-3-5に規定する基準強度を表すものとする。							

表2-3-2 OSリングに用いる鋼材の許容応力度の基準強度 ローリング鍛造加工(Fシリーズ)

OS リング	認定番号	基準強度 F (N/mm ²)
ローリング鍛造加工 (F シリーズ)	梁貫通孔補強工法に用いる鍛鋼品リング鋼材 「OS リング」(T) MSTL-0558、MSTL-0561	295
	梁貫通孔補強工法に用いる鍛鋼品リング鋼材 「OS リング」(O) MSTL-0601	

表2-3-3 OSリングに用いる鋼材の許容応力度の基準強度 鋼管切断加工(Tシリーズ)

OS リング	鋼種	適用厚さ*1)	基準強度 F (N/mm ²)
鋼管切断加工 (T シリーズ)	STKN490B	40mm 以下	325
		40mm を超え 100mm 以下	295

*1) 加工前の鋼管の板厚

表2-3-4 OSリングに用いる鋼材の許容応力度の基準強度 厚板切断加工(Pシリーズ)

OS リング	鋼種	適用厚さ*2)	基準強度 F (N/mm ²)
厚板切断加工 (P シリーズ)	SN490B, SN490C SM490A, SM490B SM490C	40mm 以下	325
		40mm を超え 100mm 以下	295

*2) 加工前の厚板の板厚

表2-3-5 鉄骨の許容応力度の基準強度

鋼種	適用厚さ	基準強度 F (N/mm ²)
SS400 SM400A, SM400B, SM400C SN400A, SN400B, SN400C	40mm 以下	235
SM490A, SM490B, SM490C, SN490B, SN490C	40mm 以下	325
SM520B, SM520C	40mm 以下	355
表 2-1-4 に示す国土交通大臣の 認定を受けた建築構造用鋼材	認定範囲 に従う	認定範囲に従う

2-3-2 溶接部の許容応力度

OSリングと鉄骨ウェブのすみ肉溶接部の許容応力度は、対応するOSリングの許容応力度と同等とする。

2-3-3 スーパーハリーZの許容応力度

スーパーハリーZの許容応力度は表2-3-6に示す数値とする。

表2-3-6 スーパーハリーZの許容応力度

鋼種	長期応力に対する許容応力度 (N/mm ²)	短期応力に対する許容応力度 (N/mm ²)
KSS785-K	193	585 かつ 25Fc×585/785以下
この表においてFcはコンクリートの設計基準強度を表すものとする。		

2-3-4 鉄筋の許容応力度

鉄筋の許容応力度は表2-3-7に示す数値とする。

表2-3-7 鉄筋の許容応力度

鋼種	長期応力に対する許容応力度 (N/mm ²)		短期応力に対する許容応力度 (N/mm ²)	
	引張及び圧縮	せん断補強	引張及び圧縮	せん断補強
SD295	195	195	295	295
SD345	215(*195)	195	345	345
SD390	215(*195)	195	390	390
SD490	215(*195)	195	490	490

[注] *D29以上の太さの鉄筋に関しては()内の数値とする。

2-3-5 コンクリートの許容応力度

コンクリートの許容応力度は表2-3-8に示す数値とする。

表2-3-8 コンクリートの許容応力度

コンクリートの種類	長期応力に対する許容応力度 (N/mm ²)			短期応力に対する許容応力度 (N/mm ²)		
	圧縮	引張	せん断	圧縮	引張	せん断
普通コンクリート	$\frac{F_c}{3}$	-	$\frac{F_c}{30}$ かつ $\left(0.49 + \frac{1}{100} F_c\right)$ 以下	長期に対する値の2倍	-	長期に対する値の1.5倍
この表においてFcはコンクリートの設計基準強度を表すものとする。						

2-3-6 OSリング及び鉄骨の材料強度

本工法における鍛造タイプのOSリングに用いる鋼材および溶接部の材料強度の基準強度は表2-3-2の数値または同表の数値の1.1倍以下とすることができる。

本工法における鋼管タイプ、厚板タイプのOSリングおよび鉄骨の材料強度の基準強度は表2-3-3～2-3-5の数値または同表の数値の1.1倍以下とすることができる。

表2-3-9 OSリング及び鉄骨の材料強度

材料強度 (N/mm ²)			
圧縮	引張	曲げ	せん断
F	F	F	$\frac{F}{\sqrt{3}}$

2-3-7 溶接部の材料強度

OSリングと鉄骨ウェブのすみ肉溶接部の材料強度は、対応するOSリングの材料強度と同等とする。

2-3-8 スーパーハリーZの材料強度

スーパーハリーZの材料強度は表2-3-10に示す数値とする。

表2-3-10 スーパーハリーZの材料強度

材料強度 (N/mm ²)
785 かつ 25Fc以下
この表においてFcはコンクリートの設計基準強度を表すものとする。

2-3-9 主筋の材料強度

主筋の材料強度は表2-3-11に示す数値または同表の数値の1.1倍以下とすることができる。

表2-3-11 主筋の材料強度

鋼種	材料強度 (N/mm ²)
SD295	295
SD345	345
SD390	390
SD490	490

2-3-10 せん断補強筋の材料強度

せん断補強筋の材料強度は表2-3-12に示す数値とする。

表2-3-12 せん断補強筋の材料強度

鋼種	材料強度 (N/mm ²)
SD295	295
SD345	345
SD390	390
SD490	490

2-3-11 コンクリートの材料強度

コンクリートの材料強度は表2-3-13に示す数値とする。

表2-3-13 コンクリートの材料強度

材料強度 (N/mm ²)
圧縮
F _c
この表においてF _c はコンクリートの設計基準強度を表すものとする。

3.設計

岡部株式会社と株式会社栗本鐵工所の本工法に関する技術部署は、建築物の設計者に対して適切な運用が行えるように、技術説明・情報提供を行い、必要に応じて検討書などの技術支援を行う。

3-1 設計フロー

本工法を用いたSRC有孔梁の設計フローを図3-1-1に示す。鉄骨造部分の鋼種がSN400Aの場合、は終局耐力を設定しない。終局時応力(保有水平耐力計算においては架構のDs算定時の、限界耐力計算においては架構の安全限界時の、時刻歴応答解析においては倒壊、崩壊限界時の貫通孔位置の応力)が、短期許容耐力内に留まることを確認する。

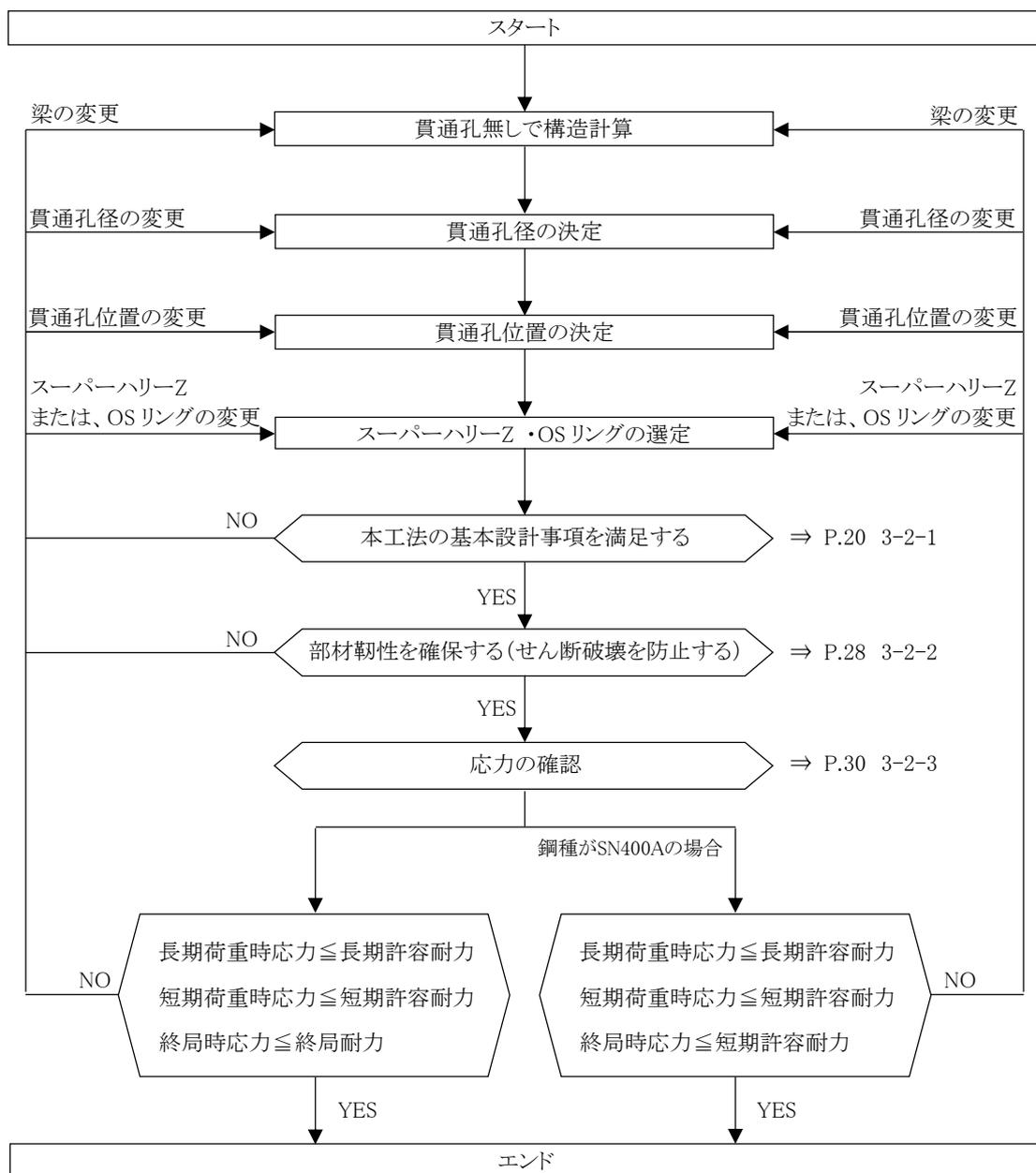


図3-1-1 本工法の設計フロー

3-2 設計事項

3-2-1 基本設計事項

(1) 貫通孔径

貫通孔径(ϕD_h)及び鉄骨造部分のウェブ貫通孔径($\phi_s d_h$)は、 $\phi 75\text{mm} \sim \phi 600\text{mm}$ までとし、貫通孔径(ϕD_h)はSRC造梁せい(D)の1/3以下、鉄骨造部分のウェブ貫通孔径($\phi_s d_h$)は鉄骨造部分のせい(sD)の2/3以下、貫通孔径(ϕD_h)は鉄骨造部分のウェブ貫通孔径($\phi_s d_h$)以下とする。また、(ϕD_h)及び($\phi_s d_h$)はその鉄骨造部分を補強するOSリング内径(ϕd_R)の75%まで小さくすることができる。

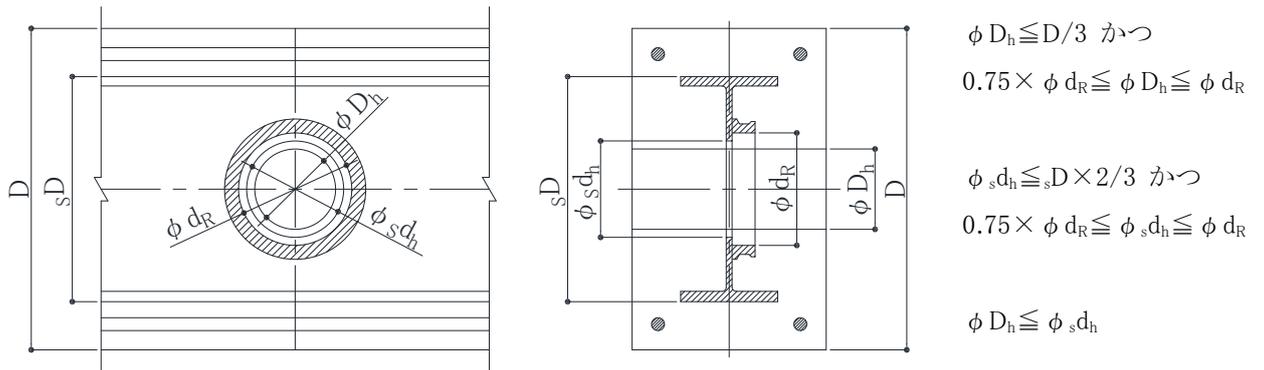


図3-2-1 貫通孔径

(2) 柱際から水平方向の貫通孔中心位置

SRC造柱際から水平方向の貫通孔中心までの距離(L_1)はSRC造梁せい(D)の1/3以上とする。

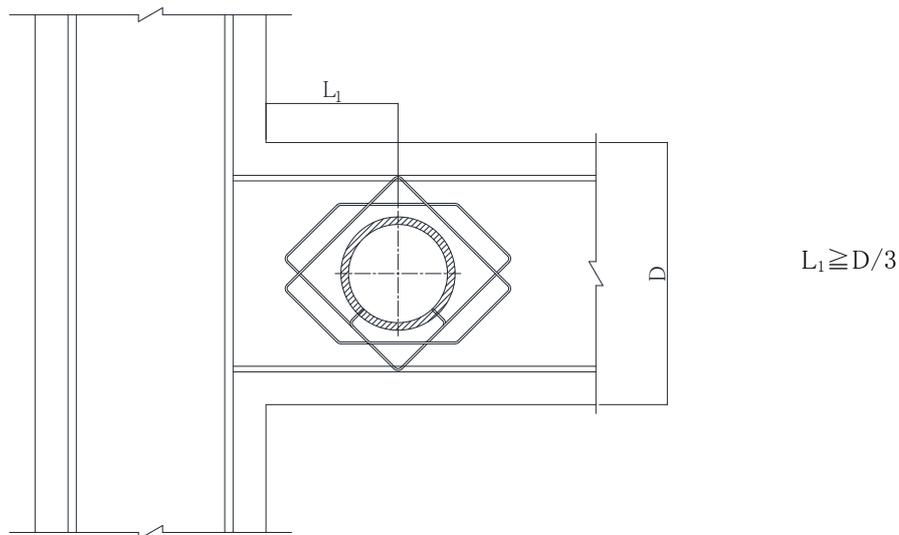


図3-2-2 柱際から水平方向の貫通孔中心位置

(3) 貫通孔中心間距離

貫通孔が複数あるときの孔の水平中心間距離(L_2)は、連続する2つの孔径(D_h)を平均した値の3倍以上とする。

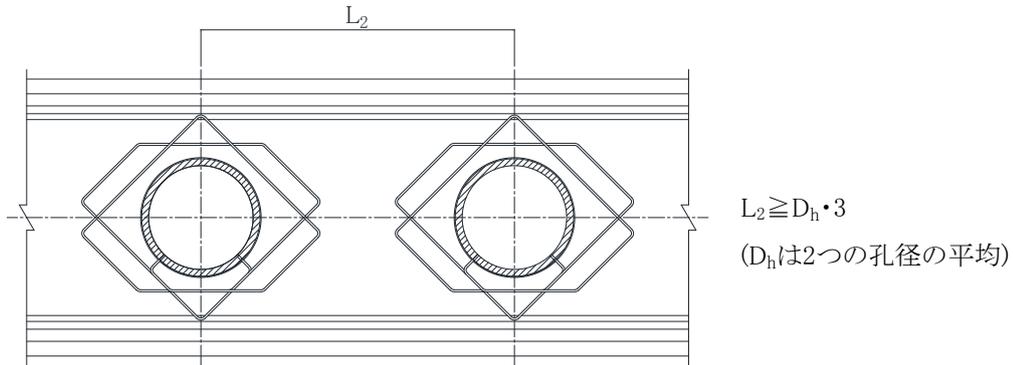


図3-2-3 貫通孔中心間距離

(4) へりあき最小寸法

SRC造梁における貫通孔のへりあき寸法(L_3)は、表3-2-1の値とする。図3-2-4に示すようにスーパーハリーZのかぶり厚さを確保し、貫通孔部分の鉄筋に対するかぶり厚さは30mm以上とする。図3-2-5に示すように鉄骨梁における貫通孔のへりあき寸法(L_4)は鉄骨のせい(sD)の1/6以上とする。ただし、(sD)が1,200mmを超える場合、 L_4 は($sD/2-400$)mm以上とする。OSリング外縁と鉄骨フランジ内面とのあき寸法(L_5)を表3-2-2に示す。原則30mm以上(梁幅(b_f)が600mmを超える場合は70mm以上、梁幅(b_f)が400mmを超え600mm以下の場合は40mm以上、梁幅(b_f)が150mm以下で、取り付けるOSリングの必要すみ肉溶接サイズが6mm以下の場合は24mm以上)、かつ $r+1.8S$ 以上(r :H形鋼のフィレット又はBH鋼の溶接サイズ、 S :OSリングすみ肉溶接サイズ)とする。H形鋼のフィレット、またはBH鋼の溶接部とOSリングの溶接部は重ならないようにする。

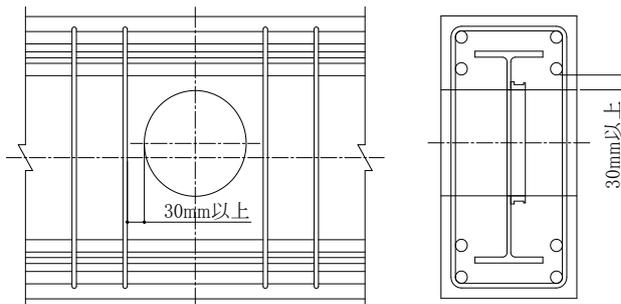


図3-2-4 鉄筋のかぶり

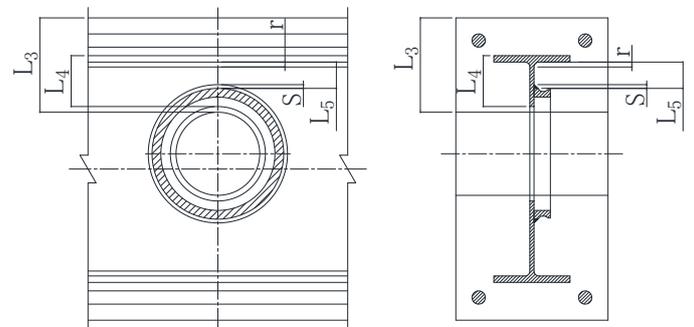
表3-2-1 SRC造梁と貫通孔のへりあき寸法(L_3)

SRC造梁せい	へりあき寸法
$500\text{mm} \leq D < 700\text{mm}$	$L_3 \geq 175\text{mm}$
$700\text{mm} \leq D < 900\text{mm}$	$L_3 \geq 200\text{mm}$
$900\text{mm} \leq D < 1250\text{mm}$	$L_3 \geq 250\text{mm}$
$1,250\text{mm} \leq D$	$L_3 \geq 0.2D$

表3-2-2 OSリング外縁と鉄骨フランジ内面とのあき寸法(L_5)

梁幅(b_f)	あき寸法 (L_5)	
$b_f \leq 150\text{mm}$	$L_5 \geq 24\text{mm}^{*1)}$	かつ $L_6 \geq 1.8S+r$
$150\text{mm} < b_f \leq 400\text{mm}$	$L_5 \geq 30\text{mm}$	
$400\text{mm} < b_f \leq 600\text{mm}$	$L_5 \geq 40\text{mm}$	
$600\text{mm} < b_f \leq 1,000\text{mm}$	$L_5 \geq 70\text{mm}$	

※1) ただし、隅肉溶接サイズが6mm以下の仕様のみ



$L_4 \geq sD/6$
(ただし、 $sD > 1,200\text{mm}$ の場合、 $L_4 \geq sD/2-400$)

図3-2-5 へりあき最小寸法

(5) OSリング外縁と鉄骨造部分の柱面・シアプレート・ウェブスプライスプレートのあき(L₆)

図3-2-6に示すようにOSリング外縁と鉄骨造部分の柱面・シアプレートからOSリング外縁までのあき(L₆)は70mm以上とする。ただし、SRC造柱際から水平方向の貫通孔中心までの距離(L₁)は、SRC造梁せい(D)の1/3以上としなければならない。また、OSリング外縁と鉄骨造部分のウェブスプライスプレートからOSリング外縁までのあき(L₆)は70mm以上とする。

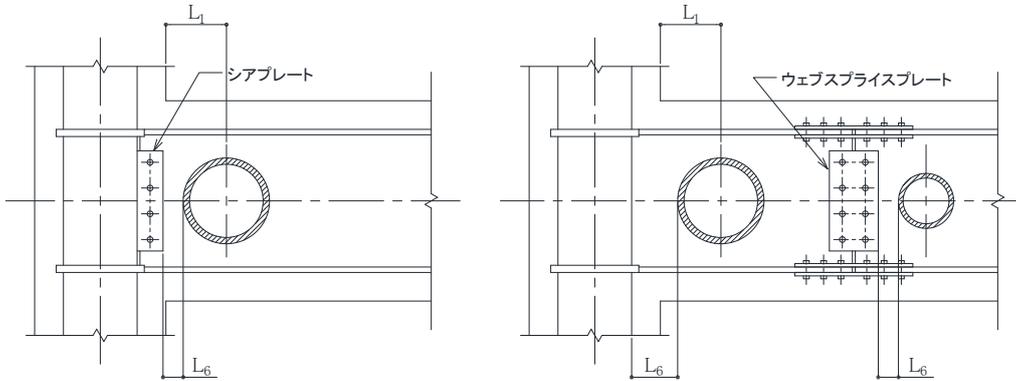


図3-2-6 OSリング外縁と鉄骨造部分の柱面・シアプレート・ウェブスプライスプレートとのあき(L₆)

(6) OSリング外縁と鉄骨造部分のガセットプレート・リブプレート・スチフナプレート・仮設金物などのあき(L₇)

表3-2-3に示すように、ガセットプレート・リブプレート・スチフナプレート・仮設金物からOSリング外縁までのあきは30mm以上とする。ただし、OSリングを後付けの場合で、梁幅が600mmを超える場合は70mm以上、梁幅が400mmを超え600mm以下の場合は40mm以上とする。他部材の溶接部とOSリングの溶接部は重ならないようにする。

表 3-2-3 OSリング外縁と鉄骨造部分のガセットプレート・リブプレート・スチフナプレート・仮設金物などのあき(L₇)

梁幅(b _f)	OSリング先付け	OSリング後付け
b _f ≤ 400	30mm 以上	30mm 以上
400 < b _f ≤ 600		40mm 以上
600 < b _f ≤ 1,000		70mm 以上

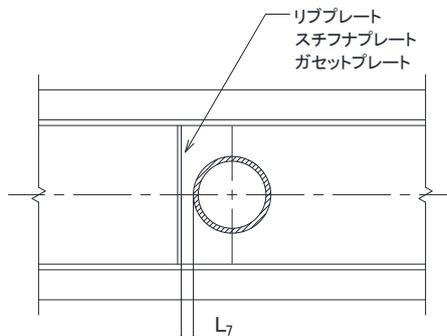


図3-2-7 OSリング外縁と鉄骨造部分のガセットプレート・リブプレート・スチフナプレートなどのあき (L₇)

(7) 鉄骨造部分のウェブ両面にOSリングを取り付ける場合

鉄骨造部分のウェブ両面にOSリングを取り付ける場合は同じOSリングを取り付ける。

(8) 鉄骨造部分の幅厚比

鉄骨造部分のフランジおよびウェブの幅厚比は表3-2-4に示す値以下とする。

表3-2-4 鉄骨造部分のフランジおよびウェブの幅厚比制限

鋼種	フランジ	ウェブ
SN400A、SN400B、SN400C SS400、SM400A、SM400B、SM400C	23	106
SN490B、SN490C SM490A、SM490B、SM490C	20	90
SM520B、SM520C	19	87
国土交通大臣の認定を受けた基準強度が 325～355N/mm ² の建築構造用鋼材	認定範囲に従う	

(9) OSリングと鉄骨ウェブのすみ肉溶接のサイズ

OSリングと鉄骨造部分のウェブのすみ肉溶接のサイズは必要すみ肉溶接サイズ(S)以上でなければならない。必要すみ肉溶接サイズ(S)を表3-2-5に示す。鋼管切断加工(Tシリーズ)及び厚板切断加工(Pシリーズ)で標準寸法形状によらない場合、必要すみ肉溶接サイズ(S)は本工法の「IV.設計施工指針 3 設計 3-3 耐力評価式 3-3-8 鉄骨造部分のすみ肉溶接の必要サイズの算定」により算定する。このとき必要すみ肉溶接サイズは13mmを超えてはならない。

表3-2-5 必要すみ肉溶接サイズ(S)

単位:mm

OSリング 製品記号	必要すみ肉 溶接サイズ S (mm)	OSリング 製品記号	必要すみ肉 溶接サイズ S (mm)
100S	5	100L	9
125S	5	125L	9
150S	5	150L	9
175S	6	175L	9
200S	6	200L	9
250S	6	250L	9
300S	7	300L	12
350S	7	350L	12
400S	7	400L	13
450S	7	450L	13
500S	8		
600S	8		

(10) 補強筋比の算定方法

a)有効補強範囲(C)

有効補強範囲は、孔中心から45度方向に引いた線と上下主筋重心位置との各交点の水平距離とする。

$$C = 2 \cdot r_d - D \cdots \cdots (3-2-1)$$

ここで、 C : 有効補強範囲(mm)

r_d : 梁の圧縮縁から引張鉄筋重心までの距離(有効せい) (mm)

D : SRC梁せい(mm)

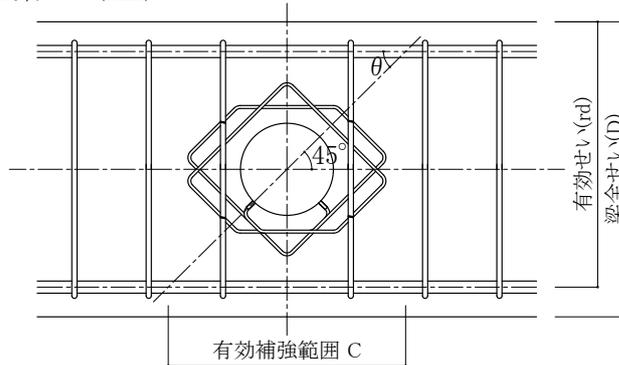


図3-2-8 有効補強範囲

b)スーパーハリーZの補強筋比

スーパーハリーZの補強筋比は、(3-2-2)～(3-2-3)式により算定する。スーパーハリーZの補強筋比の算定にあたり、補強筋の断面積は孔に対して45度方向に配筋された斜め鉄筋と同等に評価する。

$$z_{Ph} = \frac{z_a}{b \cdot c} \cdots \cdots (3-2-2)$$

$$z_a = z_{as} (\sin \theta + \cos \theta), \theta = 45^\circ \cdots \cdots (3-2-3)$$

ここで、

z_{Ph} : スーパーハリーZの補強筋比

z_a : スーパーハリーZの有効断面積(mm²)

z_{as} : スーパーハリーZの断面積(mm²)

1枚当たり4本の斜め鉄筋があるものとする。

b : T形断面をもつSRC部材のウェブ幅、長方形梁の幅(mm)

C : 有効補強範囲(mm)

θ : 梁材軸となす角度(°)

c)有効補強範囲のあばら筋比

孔を設けることにより、通常配筋されるあばら筋が配筋出来なくなる。このあばら筋を減じるのではなく、孔際に寄せて使用する。このあばら筋を孔際あばら筋と呼び、孔の両際には、必ず孔際あばら筋が1組以上配筋されるようにする。また、通常配筋されるあばら筋を、孔際によせて使用するため、孔際あばら筋の仕様は、一般部あばら筋と同じ仕様(同種、同径、同本数)とする。孔際あばら筋が複数になる場合の孔際あばら筋の間隔は、鉄筋のあきが確保できるよう決定する。

有効補強範囲のあばら筋比は、(3-2-4)～(3-2-5)式により算定する。

$$w_{Ph} = \frac{w_a}{b \cdot c} \dots\dots\dots(3-2-4)$$

$$w_a = w_{as} (\sin\theta + \cos\theta), \theta = 0^\circ \dots\dots\dots(3-2-5)$$

ここで、

- w_{Ph} : 有効補強範囲のあばら筋比
- w_a : 有効補強範囲のあばら筋の断面積(mm²)
中心孔か偏心孔のいずれか少ない方の断面積とする。
- w_{as} : 1組のあばら筋の断面積(mm²)
- b : T形断面をもつSRC部材のウェブ幅、長方形梁の幅(mm)
- c : 有効補強範囲(mm)
- θ : 梁材軸となす角度(°)

貫通孔上下において無筋部が広範囲にわたる場合は、貫通孔周囲の全体的なせん断破壊に先立ち、貫通孔の上または下で局所的な破壊を起こす恐れがある。

したがって、貫通孔径が400mm以上となるときは、補強計算より求められた補強筋の他、貫通孔上下位置に配筋を行う。その配筋方法は、一般部あばら筋の間隔以下にし、一般部あばら筋と同じ仕様(同種、同径、同本数)とする。また、貫通孔が偏心する場合も補強筋の加工が可能な限り必ず配筋を行う。スーパーハリーの直上、直下には、主筋径の2サイズ下以上の水平筋を配筋し、貫通孔面より30d_{a1}以上定着させる。d_{a1}は水平筋の呼び名に用いた数値とする。なお、水平筋とスーパーハリーZとの距離は鉄筋のあきを確保する。

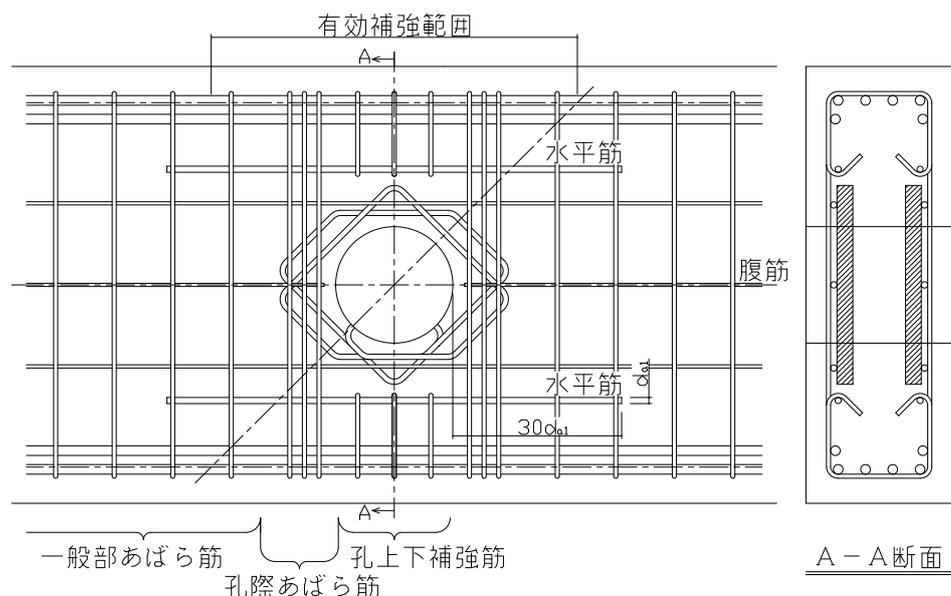


図3-2-9 孔上下補強筋

(11) 補強量の範囲

a)スーパーハリーZの補強筋比の範囲

$$zP_h \leq 0.0115 \quad \text{ただし塑性化領域に貫通孔を設ける場合は } zP_h \leq 0.0099$$

b)有効補強範囲のあばら筋比の範囲

$$wP_h \leq 0.006$$

(12) 梁に軸力が作用する場合

梁に軸力が作用する場合は適用不可とする。

3-2-2 部材靱性の確保

(1) せん断破壊の防止

本工法において、SRC梁部材の曲げ破壊に先行して貫通孔部分がせん断破壊することの無いように、せん断設計を以下のように行う。

せん断破壊を防止するための設計用せん断力が、本工法を用いた貫通孔部分の終局せん断耐力を上回らないことを確認する。

$$\frac{Q_D}{Q_{Uh}} \leq 1.0 \quad \dots \dots (3-2-6)$$

Q_D : せん断破壊防止設計用せん断力

Q_{Uh} : 有孔部終局せん断耐力

$$Q_D = Q_0 + n_U \cdot Q_u \dots \dots (3-2-7)$$

Q_0 : 支持条件を単純支持とした場合に、固定荷重と積載荷重との和によって生ずるせん断力

Q_u : SRC梁部材の両端が降伏したときのせん断力

$$Q_u = \frac{M_{uL} + M_{uR}}{L}$$

M_{uL} : SRC梁部材の一端の終局曲げモーメント

M_{uR} : SRC梁部材の他端の終局曲げモーメント

$$M_{uL} (M_{uR}) = m a_t \cdot \alpha \cdot \sigma_y \cdot m d + s l a_t \cdot \alpha \cdot s l \sigma_y \cdot m d + Z_p \cdot \alpha \cdot s \sigma_y$$

$m a_t$: RC造部分の主筋の引張鉄筋断面積

$m \alpha$: RC造部分の主筋の材料強度の割増率(=1.25)

$m \sigma_y$: RC造部分の主筋の材料強度

$s l a_t$: RC造部分のスラブ筋の引張鉄筋断面積

片側梁断面から1m程度の範囲のスラブ筋を加算。スラブ筋は990mm²/mと仮定。

$s l \alpha$: RC造部分のスラブ筋の材料強度の割増率(SD295は1.30、SD345・SD390は1.25)

$s l \sigma_y$: RC造部分のスラブ筋の材料強度

$m d$: SRC梁の圧縮鉄筋重心から引張鉄筋重心までの距離

Z_p : 鉄骨造部分の無孔梁の塑性断面係数

$s \alpha$: 鉄骨造部分の無孔梁の材料強度の割増率(=1.10)

$s \sigma_y$: 鉄骨造部分の無孔梁の材料強度

L : SRC梁部材の内のりスパン

n_U : せん断破壊防止設計用割増し係数

貫通孔を塑性化領域以外に設ける場合 1.1以上の数値

貫通孔を塑性化領域に設ける場合 1.2以上の数値

SRC梁の塑性化領域は、SRC梁端部からSRC梁せいと等しい位置までの範囲と、SRC梁端部からSRC梁内のりスパンの1/10に等しい位置までの範囲のうち、大きい方の範囲とする。

(2) 鉄骨造部分の有孔部の終局曲げ耐力比の制限

塑性化領域に貫通孔を設ける場合、SRC有孔梁の終局曲げ耐力 M_{uh} に対する鉄骨造部分の有孔部の終局曲げ耐力 M_{uh} の比は0.45以上とする。

(3) 鉄骨造部分の有孔部の終局せん断耐力比の制限

塑性化領域に貫通孔を設ける場合、SRC有孔梁の終局せん断耐力 Q_{uh} に対する鉄骨造部分の有孔部の終局せん断耐力 Q_{uh} の比は0.42以上とする。

(4) SRC梁せいに対する鉄骨梁せい比の制限

塑性化領域に貫通孔を設ける場合のSRC梁せいに対する鉄骨梁せい比を0.58以上とする。
(ただし、SRC梁せいの中心と鉄骨部梁せいの中心が同じ場合は0.37以上とする。)

3-2-3 応力の確認

(1) 長期及び短期許容時

本工法を用いたSRC有孔梁における貫通孔部分の一次設計は以下のように行う。無孔梁として構造計算を行った結果から、想定する貫通孔位置における部材応力を仮定する。この部材応力を鉄骨造部分とRC造部分に適切に配分して、鉄骨造部分とRC造部分の応力がそれぞれ(3-2-8)式、(3-2-9)式に示す長期及び短期許容時の各設計式を満足することを確認する。また、図3-2-10、図3-2-11に示すように貫通孔位置における応力のプロットが曲げモーメント-せん断力相関曲線に包含されていることを確認する。

$$\text{長期： } \frac{rM_{LD}}{rM_{Lh}} \leq 1 \quad \text{かつ} \quad \frac{rQ_{LD}}{rQ_{Lh}} \leq 1 \quad \text{かつ} \quad \frac{sM_{LD}}{sM_{LhQ}} \leq 1 \quad \text{かつ} \quad \frac{sQ_{LD}}{sQ_{Lh}} \leq 1 \quad \dots\dots (3-2-8)$$

- rM_{LD} : 長期許容時におけるRC造部分の設計用部材曲げ応力
- rQ_{LD} : 長期許容時におけるRC造部分の設計用部材せん断応力
- rM_{Lh} : RC造部分の有孔部長期許容曲げ耐力
- rQ_{Lh} : RC造部分の有孔部長期許容せん断耐力
- sM_{LD} : 長期許容時における鉄骨造部分の設計用部材曲げ応力
- sQ_{LD} : 長期許容時における鉄骨造部分の設計用部材せん断応力
- sM_{LhQ} : sQ_{LD} が作用するときに負担できる鉄骨造部分の有孔部長期許容曲げ耐力
- sQ_{Lh} : 鉄骨造部分の有孔部長期許容せん断耐力

$$\text{短期： } \frac{rM_{AD}}{rM_{Ah}} \leq 1 \quad \text{かつ} \quad \frac{rQ_{AD}}{rQ_{Ah}} \leq 1 \quad \text{かつ} \quad \frac{sM_{AD}}{sM_{AhQ}} \leq 1 \quad \text{かつ} \quad \frac{sQ_{AD}}{sQ_{Ah}} \leq 1 \quad \dots\dots (3-2-9)$$

- rM_{AD} : 短期許容時におけるRC造部分の設計用部材曲げ応力
- rQ_{AD} : 短期許容時におけるRC造部分の設計用部材せん断応力
- rM_{Ah} : RC造部分の有孔部短期許容曲げ耐力
- rQ_{Ah} : RC造部分の有孔部短期許容せん断耐力
- sM_{AD} : 短期許容時における鉄骨造部分の設計用部材曲げ応力
- sQ_{AD} : 短期許容時における鉄骨造部分の設計用部材せん断応力
- sM_{AhQ} : sQ_{AD} が作用するときに負担できる鉄骨造部分の有孔部短期許容曲げ耐力
- sQ_{Ah} : 鉄骨造部分の有孔部短期許容せん断耐力

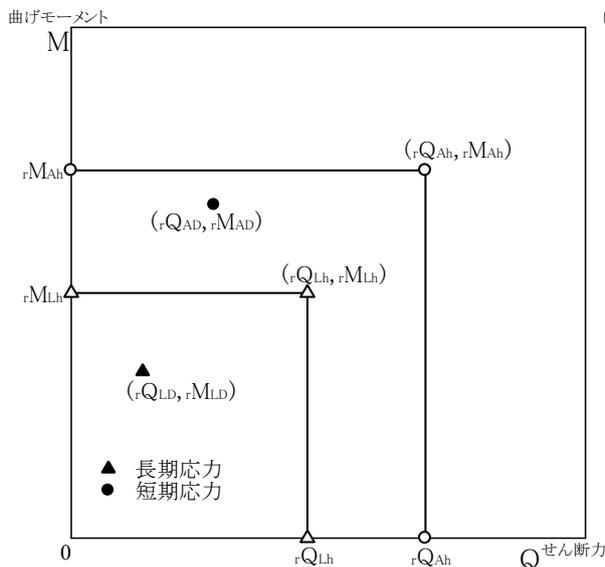


図3-2-10 RC造部分のM-Q相関曲線

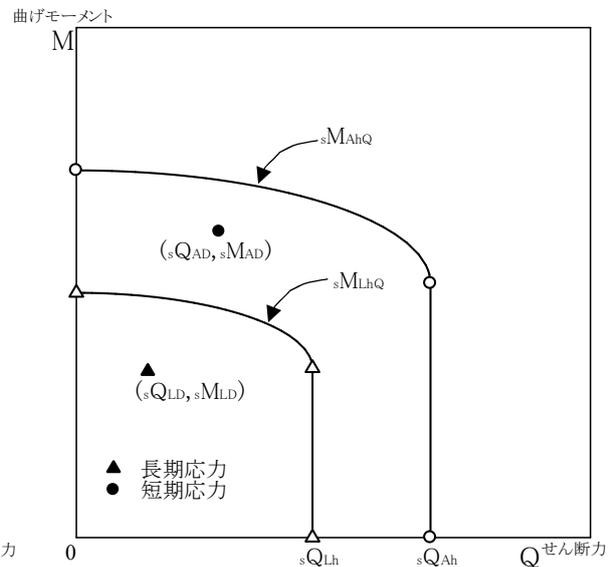


図3-2-11 鉄骨造部分のM-Q相関曲線

(2) 終局時

本工法を用いたSRC造有孔梁における貫通孔部分の二次設計は以下のように行う。

① 本工法を塑性化する部分に設ける場合の二次設計

無孔梁として構造計算を行った結果から、想定する貫通孔位置における終局時の部材応力を仮定する。この部材応力が(3-2-10)式に示す終局時の設計式を満足することを確認し、図3-2-12に示すように貫通孔位置における応力のプロットが曲げモーメント-せん断力相関曲線に包含されていることを確認する。

$$\text{終局 : } Q_{UD} \leq rQ_{Uh} \text{ の場合 } \frac{M_{UD}}{M_{Uh}} \leq 1 \quad , \quad rQ_{Uh} \leq Q_{UD} \text{ の場合 } \frac{M_{UD}}{M_{UhQ}} \leq 1 \quad , \quad \text{かつ } \frac{Q_{UD}}{Q_{Uh}} \leq 1 \dots\dots (3-2-10)$$

- M_{UD} : 終局時における設計用部材曲げ応力
- Q_{UD} : 終局時における設計用部材せん断応力
- rQ_{Uh} : RC造部分の有孔部終局せん断耐力
- M_{Uh} : 有孔部終局曲げ耐力
- M_{UhQ} : Q_{UD} が作用するときに負担できる有孔部終局曲げ耐力
- Q_{Uh} : 有孔部終局せん断耐力

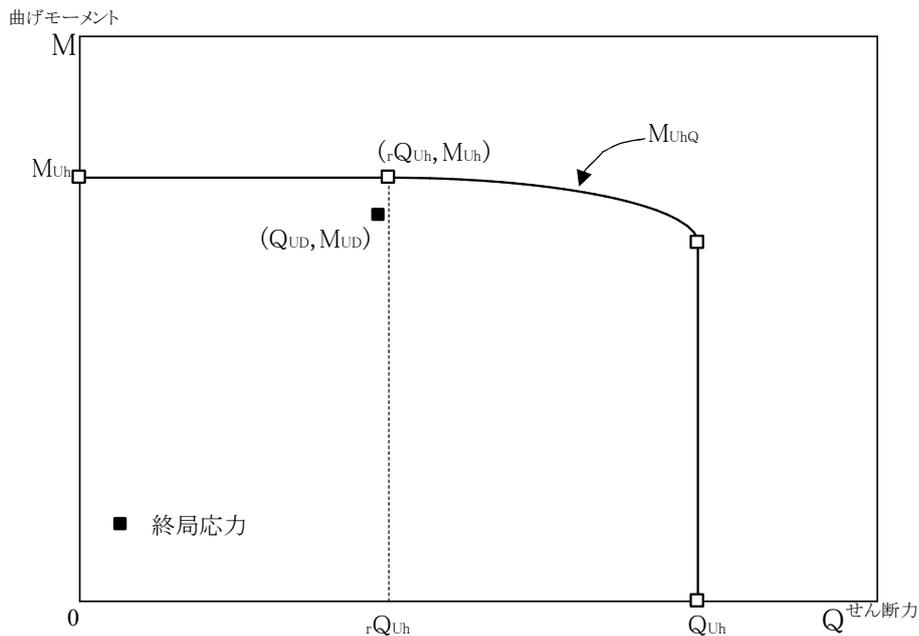


図3-2-12 本工法を用いたSRC有孔梁における貫通孔部分のM-Q相関曲線

② 梁の鋼種がSN400A、補強するOSリングの仕様がSSタイプの場合の二次設計

無孔梁で構造計算を行い、二次設計時に得られた貫通孔位置の部材応力を鉄骨造部分とRC造部分に適切に配分して、鉄骨造部分とRC造部分の応力がそれぞれ(3-2-11)式に示す短期許容時の設計式を満足することを確認する。図3-2-13及び図3-2-14に示すように、貫通孔位置における配分された応力のプロットが各々の曲げモーメント-せん断力相関曲線に包含されていることを確認する。

$$\text{終局：} \frac{rM_{uD}}{rM_{Ah}} \leq 1 \quad \text{かつ} \quad \frac{rQ_{uD}}{rQ_{Ah}} \leq 1 \quad \text{かつ} \quad \frac{sM_{uD}}{sM_{AhQ}} \leq 1 \quad \text{かつ} \quad \frac{sQ_{uD}}{sQ_{Ah}} \leq 1 \quad \dots\dots (3-2-11)$$

- rM_{uD} : 終局時におけるRC部分の設計用部材曲げ応力
- rQ_{uD} : 終局時におけるRC部分の設計用部材せん断応力
- rM_{Ah} : RC部分の有孔部短期許容曲げ耐力
- rQ_{Ah} : RC部分の有孔部短期許容せん断耐力
- sM_{uD} : 終局時時における鉄骨部分の設計用部材曲げ応力
- sQ_{uD} : 終局時における鉄骨部分の設計用部材せん断応力
- sM_{AhQ} : sQ_{uD} が作用するときに負担できる鉄骨部分の有孔部短期許容曲げ耐力
- sQ_{Ah} : 鉄骨部分の有孔部短期許容せん断耐力

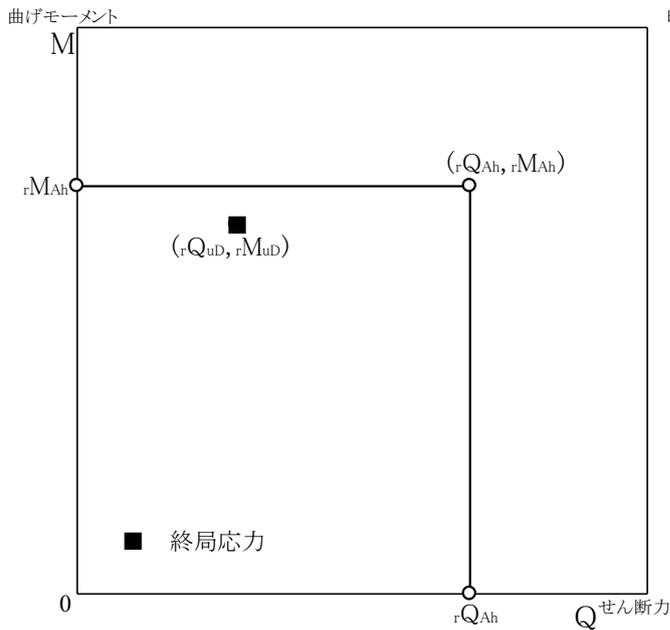


図3-2-13 RC造部分のM-Q相関曲線

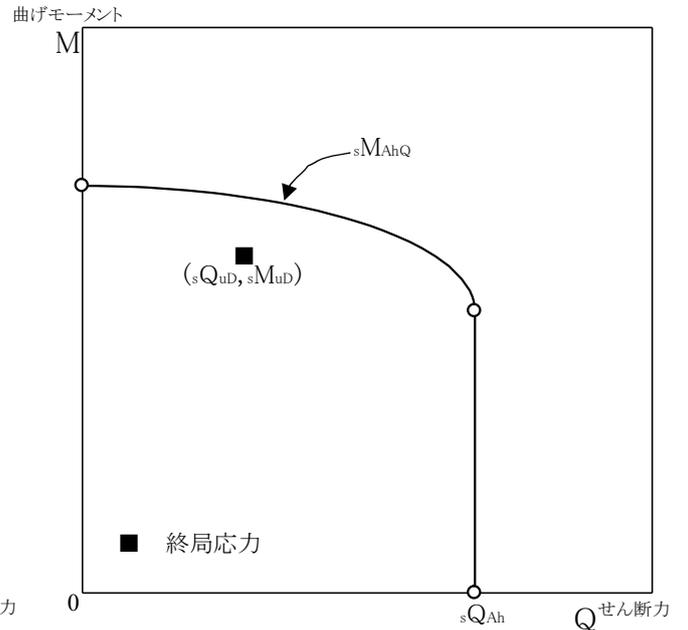


図3-2-14 鉄骨造部分のM-Q相関曲線

3-3 耐力評価式

本工法を用いたSRC有孔梁における貫通孔部分の耐力評価式を示す。

3-3-1 鉄骨造部分の長期許容耐力

鉄骨造部分の長期許容耐力は(3-3-1)～(3-3-2)式による。

$$sM_{LhQ} = \frac{sI_{wh}}{sD/2} \sqrt{sfl^2 - 3 \left(\frac{s\beta_A \cdot sQ_{LD}}{sa_{wh}} \right)^2} + \frac{sI_f + s\alpha_A \cdot n \cdot I_{mR}}{sD/2} \left(sfl - \frac{sQ_{LD} \cdot sR_h}{2 \cdot Z_T} \right) \dots \dots (3-3-1)$$

sM_{LhQ} : sQ_{LD} が作用するとき負担できる鉄骨造部分の有孔部長期許容曲げ耐力

sI_{wh} : 有孔部における鉄骨ウェブの断面2次モーメント

$$sI_{wh} = \frac{t_w \cdot (d_w^3 - s d_h^3)}{12}$$

sD : 鉄骨造部分の全せい

sfl : 鉄骨の長期許容応力度

$s\beta_A$: 有孔部における鉄骨造部分ウェブの許容せん断力負担割合

$$s\beta_A = \frac{0.95 \cdot sa_{hw} \cdot s f_A / \sqrt{3}}{0.95 \cdot sa_{hw} \cdot s f_A / \sqrt{3} + \frac{4\sqrt{2}}{R_R + t_R / 2} \cdot n \cdot Z_R \cdot r f_A}$$

sQ_{LD} : 長期許容時における鉄骨造部分の設計用部材せん断応力

sR_h : 鉄骨造部分のウェブ貫通孔半径

sa_{hw} : 有孔部における鉄骨造部分のウェブの断面積

$$sa_{hw} = t_w \cdot (sD - s d_h)$$

sI_f : 鉄骨造部分のフランジの断面2次モーメント

$$sI_f = \frac{b_f \cdot (sD^3 - d_w^3)}{12}$$

$s\alpha_A$: OSリング有効許容曲げ負担係数

$$s\alpha_A = \min \left\{ 0.022 \cdot \frac{sI_h}{n \cdot I_{mR}} + 0.28, 1.0 \right\}$$

n : OSリングの個数

I_{mR} : OSリング曲げ耐力算定用断面2次モーメント

$$I_{mR} = \frac{(b_R - b_1 - b_2)(d_R + 2 \cdot t_1)^3 + b_1 \cdot (d_R + 2 \cdot t_R)^3 + b_2 \cdot (d_R + 2 \cdot t_2)^3 - b_R \cdot d_R^3}{12}$$

Z_T : せん断力による2次曲げを負担する鉄骨造部分の片側T形断面の断面係数

$$Z_T = \frac{I_T}{d_w + t_f - g_T}$$

$$s_{QLh} = 0.95 \cdot s_{ahw} \cdot \frac{s_{fl}}{\sqrt{3}} + \frac{4\sqrt{2}}{R_R + t_R/2} \cdot n \cdot Z_R \cdot r_{fl} \dots \dots (3-3-2)$$

s_{QLh} : 鉄骨造部分の有孔部長期許容せん断耐力

R_R : OSリング内半径

t_R : OSリング最大肉厚

Z_R : OSリング肉の断面係数

$$Z_R = \frac{I_R}{t_R - g_R}$$

r_{fl} : OSリングの長期許容応力度

b_f : 鉄骨造部分のフランジの幅

t_w : 鉄骨造部分のウェブ厚

t_f : 鉄骨造部分のフランジ厚

d_w : 鉄骨造部分のウェブのせい

d_w' : 鉄骨造部分のウェブの半せい

s_{dh} : 鉄骨造部分のウェブ貫通孔径

s_{Ih} : 有孔部における鉄骨造部分の断面2次モーメント

$$s_{Ih} = s_{Ihw} + s_{If}$$

g_T : せん断力による2次曲げを負担する鉄骨造部分の片側T形断面の図心位置

$$g_T = \frac{b_f \cdot t_f \cdot (d_w' + t_f/2) + t_w \cdot d_w'^2/2}{b_f \cdot t_f + t_w \cdot d_w'}$$

I_T : せん断力による2次曲げを負担する鉄骨造部分の片側T形断面の断面2次モーメント

$$I_T = b_f \cdot t_f^3 / 12 + b_f \cdot t_f \cdot (d_w' + t_f/2 - g_T)^2 + t_w \cdot d_w'^3 / 12 + t_w \cdot d_w' \cdot (g_T - d_w'/2)^2$$

d_R : OSリング内径

b_R : OSリング最大幅

b_1 : OSリング幅1、ただし鋼管タイプ及び厚板タイプは $b_1=0$

b_2 : OSリング幅2、ただし鋼管タイプ及び厚板タイプは $b_2=0$

t_1 : OSリング肉厚1、ただし鋼管タイプ及び厚板タイプは $t_1=t_R$

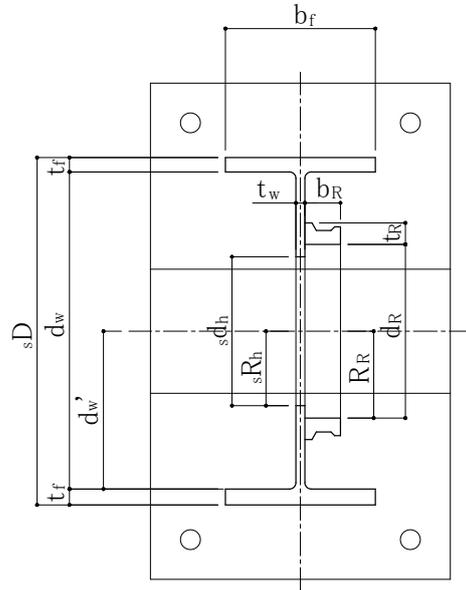
t_2 : OSリング肉厚2、ただし鋼管タイプ及び厚板タイプは $t_2=t_R$

g_R : OSリング肉断面の重心

$$g_R = \frac{(b_R - b_1 - b_2) \cdot t_1^2/2 + b_1 \cdot t_R^2/2 + b_2 \cdot t_2^2/2}{(b_R - b_1 - b_2) \cdot t_1 + b_1 \cdot t_R + b_2 \cdot t_2}$$

I_R : OSリングせん断耐力算定用断面2次モーメント

$$I_R = (b_R - b_1 - b_2) \cdot t_1^3/12 + (b_R - b_1 - b_2) \cdot t_1 \cdot (g_R - t_1/2)^2 + b_1 \cdot t_R^3/12 + b_1 \cdot t_R \cdot (g_R - t_R/2)^2 + b_2 \cdot t_2^3/12 + b_2 \cdot t_2 \cdot (g_R - t_2/2)^2$$



3-3-2 RC造部分の長期許容耐力

RC造部分の長期許容耐力は(3-3-3)～(3-3-4)式による。

ただし、引張鉄筋比が鈎合鉄筋比を超えるときのRC造部分の長期許容曲げ耐力は、「鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説:社団法人日本建築学会」(以下RC構造計算規準と称す)による。

$${}_rM_{Lh} = {}_{mat} \cdot {}_{mfL} \cdot {}_{rj} \cdots \cdots (3-3-3)$$

${}_rM_{Lh}$: RC部分の有孔部長期許容曲げ耐力

${}_{mat}$: 引張鉄筋の断面積

${}_{mfL}$: 主筋の長期許容引張応力度

${}_{rj}$: 応力中心間距離 ${}_{rj} = (7/8) \cdot {}_{rd}$

${}_{rd}$: SRC梁の圧縮縁から引張鉄筋重心までの距離(有効せい)

$${}_rQ_{Lh} = \left\{ {}_r\alpha \cdot {}_{fSL} (1 - 1.61 \cdot D_h / D) + 0.5 ({}_wP_h \cdot {}_{wfl} + {}_zP_h \cdot {}_{zfl}) \right\} b \cdot {}_{rj} \cdots \cdots (3-3-4)$$

${}_rQ_{Lh}$: RC造部分の有孔部長期許容せん断耐力

$${}_r\alpha : {}_r\alpha = \frac{4}{\frac{{}_rM_d}{{}_rQ_d \cdot {}_{rd}} + 1} \quad \text{かつ} \quad 1 \leq {}_r\alpha \leq 2$$

$\frac{{}_rM_d}{{}_rQ_d \cdot {}_{rd}}$: せん断スパン比(梁の有効長さ内における当該梁に作用する最大の曲げモーメントと最大せん断力の比とし、
 $1 \leq \frac{{}_rM_d}{{}_rQ_d \cdot {}_{rd}} \leq 3$ で1以下の場合は1,3以上の場合には3とする)。

b : T形断面をもつSRC構造部材のウェブ幅、長方形梁の幅

D : SRC梁せい

D_h : 貫通孔径 ただし、かぶり厚さ50mmの製品を使用する場合は、
 D_h に20mmプラス(D_h+20)して補強計算を行う。

C : 有効補強範囲 $C = 2 \cdot {}_{rd} - D$

${}_{za}$: スーパーハリーZの有効断面積

${}_{zP_h}$: スーパーハリーZの補強筋比 ${}_{zP_h} = \frac{{}_{za}}{b \cdot C}$ ${}_{zP_h} \leq 0.0115$

(ただし、塑性化領域部に貫通孔を設ける場合は ${}_{zP_h} \leq 0.0099$ とする。)

${}_{wa}$: 有効補強範囲のあばら筋断面積

${}_{wP_h}$: 有効補強範囲のあばら筋比 ${}_{wP_h} = \frac{{}_{wa}}{b \cdot C}$ ${}_{wP_h} \leq 0.006$

${}_{fSL}$: コンクリートの長期許容せん断応力度

${}_{zfl}$: スーパーハリーZの長期許容応力度

${}_{wfl}$: 有効補強範囲内のあばら筋のせん断補強用長期許容応力度

3-3-3 鉄骨造部分の短期許容耐力

鉄骨造部分の短期許容耐力は(3-3-5)～(3-3-6)式による。

$${}_sM_{AhQ} = \frac{{}_sI_{wh}}{sD/2} \sqrt{{}_s f_A^2 - 3 \left(\frac{{}_s \beta_A \cdot {}_s Q_{AD}}{s a_{wh}} \right)^2} + \frac{{}_s I_f + {}_s \alpha_A \cdot n \cdot I_{mR}}{sD/2} \left({}_s f_A - \frac{{}_s Q_{AD} \cdot {}_s R_h}{2 \cdot Z_T} \right) \dots \dots (3-3-5)$$

- ${}_sM_{AhQ}$: ${}_s Q_{AD}$ が作用するときに負担できる鉄骨造部分の有孔部短期許容曲げ耐力
- ${}_s f_A$: 鉄骨の短期許容応力度
- ${}_s Q_{AD}$: 短期許容時における鉄骨造部分の設計用部材せん断応力

$${}_s Q_{Ah} = 0.95 \cdot {}_s a_{hw} \cdot \frac{{}_s f_A}{\sqrt{3}} + \frac{4\sqrt{2}}{R_R + t_R/2} \cdot n \cdot Z_R \cdot r_{fA} \dots \dots (3-3-6)$$

- ${}_s Q_{Ah}$: 鉄骨造部分の有孔部短期許容せん断耐力
- r_{fA} : OSリングの短期許容応力度

3-3-4 RC造部分の短期許容耐力

RC造部分の短期許容耐力は(3-3-7)～(3-3-8)式による。

ただし、引張鉄筋比が鈎合鉄筋比を超えときのRC造部分の短期許容曲げ耐力は、「RC構造計算規準」による。

$${}_rM_{Ah} = m_{at} \cdot m_{fA} \cdot r_j \dots \dots (3-3-7)$$

- ${}_rM_{Ah}$: RC造部分の有孔部短期許容曲げ耐力
- m_{fA} : 主筋の短期許容引張応力度

$${}_rQ_{Ah} = \left\{ r \alpha \cdot f_{sA} (1 - 1.61 \cdot D_h / D) + 0.5 (w_{Ph} \cdot w_{fA} + z_{Ph} \cdot z_{fA}) \right\} b \cdot r_j \dots \dots (3-3-8)$$

- ${}_rQ_{Ah}$: RC造部分の有孔部短期許容せん断耐力
- ただし、 ${}_rQ_{Uh} \leq {}_rQ_{Ah}$ の場合は ${}_rQ_{Ah} = {}_rQ_{Uh}$

${}_rQ_{Uh}$: RC造部分の有孔部終局せん断耐力

- f_{sA} : コンクリートの短期許容せん断応力度
- z_{fA} : スーパーハリーZの短期許容応力度
- w_{fA} : 有効補強範囲内のあばら筋のせん断補強用短期許容応力度

3-3-5 SRC梁貫通孔部分の終局耐力

本工法を用いたSRC有孔梁における貫通孔部分の終局耐力は(3-3-9)～(3-3-11)式による。

$$M_{Uh} = {}_sM_{Uh} + {}_rM_{Uh} \cdots \cdots (3-3-9)$$

${}_sM_{Uh}$: 鉄骨造部分の有孔部終局曲げ耐力

${}_rM_{Uh}$: RC造部分の有孔部終局曲げ耐力

$$M_{UhQ} = Z_{phw} \cdot \sqrt{{}_s\sigma_y^2 - 3 \cdot \left\{ \frac{{}_s\beta_U \cdot (Q_{UD} - {}_rQ_{Uh})}{s a_{hw}} \right\}^2} + Z_{pf} \cdot \left\{ {}_s\sigma_y - \frac{(Q_{UD} - {}_rQ_{Uh}) \cdot s R_h}{2 \cdot Z_T} \right\} + {}_s\alpha_U \cdot n \cdot Z_{pmR} \cdot {}_R\sigma_y + {}_rM_{Uh} \cdots \cdots (3-3-10)$$

M_{UhQ} : Q_{UD} が作用するときに負担できる有孔部終局曲げ耐力

Z_{phw} : 有孔部における鉄骨造部分のウェブの塑性断面係数

$$Z_{phw} = \frac{t_w \cdot (d_w^2 - D_h^2)}{4}$$

${}_s\sigma_y$: 鉄骨の材料強度

${}_s\beta_U$: 有孔部における鉄骨造部分のウェブの終局せん断力負担割合

$${}_s\beta_U = \frac{s a_{hw} \cdot {}_s\sigma_y / \sqrt{3}}{s a_{hw} \cdot {}_s\sigma_y / \sqrt{3} + \frac{4\sqrt{2}}{R_h + t_R / 2} \cdot n \cdot Z_{pR} \cdot {}_R\sigma_y}$$

Q_{UD} : 終局時における設計用部材せん断応力

${}_rQ_{Uh}$: RC造部分の有孔部終局せん断耐力

Z_{pf} : 鉄骨造部分のフランジの塑性断面係数

$$Z_{pf} = \frac{b_f \cdot (sD^2 - d_w^2)}{4}$$

${}_s\alpha_U$: OSリング有効終局曲げ負担係数

$$\alpha_U = \min \left\{ 0.061 \cdot \frac{Z_{ph}}{n \cdot Z_{pmR}} + 0.135, 1.0 \right\}$$

Z_{ph} : 鉄骨ウェブ断面が最小と料強度なる部分における鉄骨造部分の塑性断面係数

$$Z_{ph} = Z_{phw} + Z_{pf}$$

Z_{pmR} : OSリングの曲げ耐力算定用塑性断面係数

$$Z_{pmR} = \frac{(b_R - b_1 - b_2)(d_R + 2 \cdot t_1)^2 + b_1 \cdot (d_R + 2 \cdot t_R)^2 + b_2 \cdot (d_R + 2 \cdot t_2)^2 - b_R \cdot d_R^2}{4}$$

${}_R\sigma_y$: OSリングの材料強度(ただし、 ${}_R\sigma_y \geq {}_s\sigma_y$ の場合は ${}_R\sigma_y = {}_s\sigma_y$)

$$Q_{Uh} = {}_sQ_{Uh} + {}_rQ_{Uh} \cdots \cdots (3-3-11)$$

${}_sQ_{Uh}$: 純せん断時における鉄骨造部分の有孔部終局せん断耐力

${}_rQ_{Uh}$: RC造部分の有孔部終局せん断耐力

3-3-6 鉄骨造部分の終局耐力

鉄骨造部分の終局耐力は(3-3-12)～(3-3-13)式による。

$${}_sM_{Uh} = Z_{ph} \cdot {}_s\sigma_y + \alpha_u \cdot n \cdot Z_{pmR} \cdot R\sigma_y \cdots \cdots (3-3-12)$$

${}_sM_{Uh}$: 純曲げ時における鉄骨造部分の有孔部終局曲げ耐力

$${}_sQ_{Uh} = {}_s d_{hw} \cdot \frac{{}_s\sigma_y}{\sqrt{3}} + \frac{4\sqrt{2}}{R_h + t_R/2} \cdot n \cdot Z_{pR} \cdot R\sigma_y \cdots \cdots (3-3-13)$$

${}_sQ_{Uh}$: 純せん断時における有孔部終局せん断耐力

Z_{pR} : OSリング肉の塑性断面係数

$$Z_{pR} = b_R \cdot g_{pR} \cdot (g_t + g_c)$$

g_{pR} : OSリング肉断面の塑性重心

$$g_{pR} = \frac{(b_R - b_1 - b_2) \cdot t_1 + b_1 \cdot t_R + b_2 \cdot t_2}{2 \cdot b_R}$$

g_t : OSリング肉断面内の引張重心

$$g_t = g_p / 2$$

g_c : OSリング肉断面内の圧縮重心

$$g_c = \frac{(b_R - b_1 - b_2) \cdot (t_1 - g_p)^2 / 2 + b_1 \cdot (t_R - g_p)^2 / 2 + b_2 \cdot (t_2 - g_p)^2 / 2}{(b_R - b_1 - b_2) \cdot (t_1 - g_p) + b_1 \cdot (t_R - g_p) + b_2 \cdot (t_2 - g_p)}$$

3-3-7 RC造部分の終局耐力

RC造部分の終局耐力は(3-3-14)～(3-3-15)式による。

$${}_rM_{Uh} = m_{at} \cdot m_{\sigma_y} \cdot m_d \cdots \cdots (3-3-14)$$

${}_rM_{Uh}$: RC造部分の終局曲げ耐力

m_{σ_y} : 主筋の材料強度

m_d : SRC梁の圧縮鉄筋重心から引張鉄筋重心までの距離

$${}_rQ_{Uh} = \alpha_h \cdot \beta_h \left\{ \frac{0.053 \cdot m_{Pt}^{0.23} (18 + F_c) (1 - 1.61 \cdot D_h / D)}{\frac{{}_rM_d}{{}_rQ_d \cdot r_d} + 0.12} + 0.85 \sqrt{{}_wP_h \cdot {}_w\sigma_y + {}_zP_h \cdot {}_z\sigma_y} \right\} b \cdot r_j \cdots \cdots (3-3-15)$$

${}_rQ_{Uh}$: RC造部分の終局せん断耐力

α_h : 修正係数

$$\alpha_h = \alpha_{h1} \cdot \alpha_{h2}$$

$$\alpha_{h1} = -0.0116({}_wP_h \cdot {}_w\sigma_y + {}_zP_h \cdot {}_z\sigma_y) + 1.2322$$

$$\alpha_{h1} = -0.15105(D_h / D) + 1.5028$$

β_h : 安全係数

$$\beta_h = 0.825 \quad \text{ただし、} \alpha_h \cdot \beta_h \leq 1.00$$

$\frac{{}_rM_d}{{}_rQ_d \cdot r_d}$: せん断スパン比 ($1 \leq \frac{{}_rM_d}{{}_rQ_d \cdot r_d} \leq 3$ で1以下は1,3以上は3とする)。

$$\frac{{}_rM_d}{{}_rQ_d \cdot r_d} = \frac{l'}{2 \cdot r_d} \quad \text{または両端ヒンジを想定して計算する。}$$

m_{Pt} : 引張鉄筋比 $m_{Pt} = \frac{m_{dt}}{b \cdot r_d} \times 100$

l' : SRC梁の内のりスパン長さ

b : T形断面をもつSRC部材のウェブ厚、長方形梁の幅

D : SRC梁せい

F_c : コンクリートの材料強度

${}_z\sigma_y$: スーパーハリーZの材料強度

${}_w\sigma_y$: 有効補強範囲内のあばら筋の材料強度

3-3-8 鉄骨造部分のすみ肉溶接の必要サイズの算定

・終局状態の純せん断時において、OSリングが負担するせん断力 Q_{ur} を図 3-3-1 のような等分布荷重 w_u に置換できるものとする。

$$Q_{ur} = 2\sqrt{2} \cdot w_u(R + t_r/2) \quad \dots(3-3-16)$$

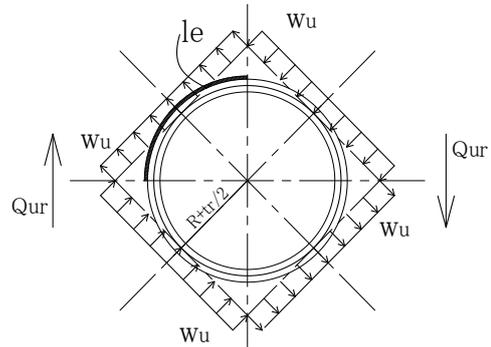


図3-3-1 隅肉溶接部に作用する等分布荷重

すみ肉溶接部に等分布荷重 w_u が作用するとき、すみ肉溶接部の応力度が溶接部の短期許容せん断応力度 $wF/\sqrt{3}$ 以下となるようなすみ肉溶接部ののど厚を必要すみ肉溶接ののど厚 a_u とすれば、

$$a_u \cdot l_e \cdot \frac{wF}{\sqrt{3}} = 2(R + t_r/2) \cdot w_u \quad \dots(3-3-17)$$

となる。

ここで l_e はすみ肉溶接のOSリングせん断力負担有効長さで

$$l_e = \frac{\pi(R + t_r)}{2} \quad \dots(3-3-18)$$

とする。

式(3-3-16)、式(3-3-17)および式(3-3-18)から求められたのど厚に安全係数 1.5 を乗じた値を必要のど厚 a_u として、以下のように求める。

$$a_u = 1.5 \cdot \frac{\sqrt{2} \cdot Q_{ur}}{\pi(R + t_r) \frac{wF}{\sqrt{3}}} \quad \dots(3-3-19)$$

・終局状態の純曲げ時において OS リング全断面が曲げ負担するとき、図 3-3-2 に示すように OS リング断面に生じる引張力および圧縮力それぞれを全周すみ肉溶接長さの 1/4 が負担するものとして必要すみ肉溶接のど厚を算定する。

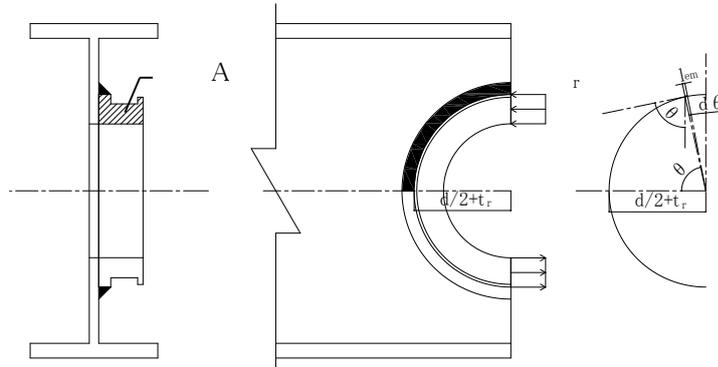


図3-3-2 純曲げ時における必要隅肉溶接のど厚

このとき、すみ肉溶接は斜方すみ肉溶接継目とみなせるので、単位長さ当たりの溶接継目の最大耐力 q_{wu} は式(3-3-20)によることができる。図 3-3-2 における微小角度 $d\theta$ に対応するすみ肉溶接有効長さ l_{em} は式(3-3-21)となり、全周すみ肉溶接長さの 1/4 が負担できるすみ肉溶接最大耐力を T_{wu} とすると式(3-3-22)のように q_{wu} を θ で積分した値となる。

$$q_{wu} = (1 + 0.4 \cos \theta) \cdot a_{um} \frac{wF_u}{\sqrt{3}} \quad \cdots(3-3-20)$$

$$l_{em} = (R + t_r) \cdot d\theta \quad \cdots(3-3-21)$$

$$\begin{aligned} T_{wu} &= \int_0^{\pi/2} (1 + 0.4 \cos \theta) \cdot a_{um} \frac{wF_u}{\sqrt{3}} (R + t_r) \cdot d\theta \\ &= (\pi/2 + 0.4) \cdot a_{um} \frac{wF_u}{\sqrt{3}} (R + t_r) \quad \cdots(3-3-22) \end{aligned}$$

OS リング肉断面積を A_r とすると、純曲げ時に OS リング肉断面に生じる引張力 T_{ry} は A_r と OS リング材料強度 $r\sigma_y$ の積となる。 T_{ry} を微小角度 $d\theta$ に対応するすみ肉溶接有効長さ l_{em} が負担するとき、すみ肉溶接部が破断しないような必要すみ肉溶接のど厚を a_{um} とし、式(3-3-23)により求める。

$$a_{um} = \frac{T_{ry}}{(\pi/2 + 0.4)(R + t_r) \cdot wF_u / \sqrt{3}} \quad \cdots(3-3-23)$$

ここで $T_{ry} = A_r \cdot r\sigma_y$

$$A_r = (b_r - b_1 - b_2) \cdot t_1 + b_1 \cdot t_R + b_2 \cdot t_2$$

ただし鋼管タイプ、厚板タイプは $b_1=b_2=0$, $t_1=t_R$

OS リング断面に生じる圧縮力に関しても同様に考えることができる。

・OS リングと梁ウェブの必要すみ肉溶接サイズ S は式(3-3-24)により算定する。

$$S > \max(a_u, a_{um}) / 0.7 \quad \cdots(3-3-24)$$

このとき、必要すみ肉溶接サイズ S は 13mm を超えてはならない。