

# 評定報告書

コンクリート構造評定委員会  
委員長 工学博士 林 静雄



件名：梁貫通孔補強筋「エスパーガードX」

本件は、鉄筋コンクリート造及び鉄骨鉄筋コンクリート造建築物の有孔梁の開口部補強に用いる補強材の設計指針について評定の申し込みがなされたものです。

本委員会は、下記について提出された資料に基づき技術的検討を行った結果、本件は、申し込みの範囲において、本委員会で定めた基準に照らし、妥当なものであると判断します。

平成 24 年 12 月 19 日

## 記

### §1. 評定申込事項

- 1-1. 申込者
- 有限会社日本スリーブ  
代表取締役 橋本 信之
- 株式会社シバタ鐵工業  
代表取締役 柴田 忠雄
- 株式会社アルマツト  
代表取締役社長 武田 伊知朗
- 株式会社青山商事  
社長 青山 勇

1-2. 申込概要及び工法概要

1.1 製品規格

(1) 使用鉄筋

リング筋

種類：FSD490（大臣認定番号MSRB-0053）

呼び名：F6、F8、F10、F13、F16

形状：高強度せん断補強筋 FSD490（大臣認定番号MSRB-0053）に規定する異形棒鋼  
連結筋

種類：SD295A

呼び名：D6、D10

形状：JIS G 3112 鉄筋コンクリート用棒鋼 SD295A に適合する異形棒鋼

(2) 孔径

φ100～φ200（25mm毎）、φ250～φ750（50mm毎）

(3) 溶接

種類：スポット・プロジェクション溶接

位置：リング筋と連結筋の交点箇所

(4) 形状図

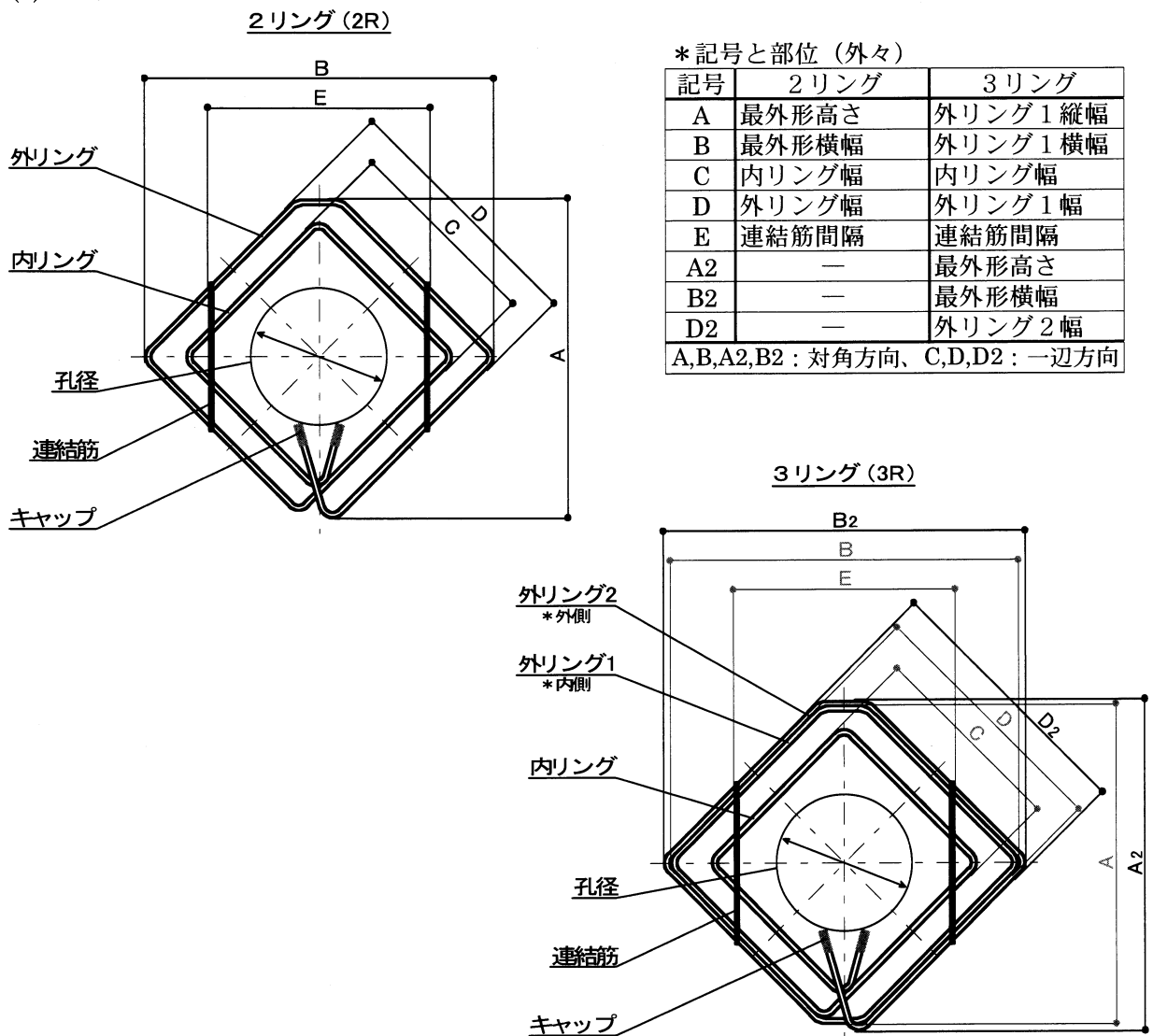


図-1.1.1 エスパーガードX形状

1.2 エスパーガードXの製品規格一覧表

表-1.2.1 2リング規格寸法 (φ100~350)

型式【EGX-2R】

単位:mm

孔径	リング筋径	A	B	C	D	E	連結筋径
φ 100	F6	323	363	186	266	232	D6
	F8	340	382	192	282	232	D6
	F10	359	404	200	300	232	D6
	F13	385	428	212	322	232	D6
	F16	404	447	220	340	240	D10
φ 125	F6	359	400	212	292	258	D6
	F8	377	419	218	308	258	D6
	F10	395	440	226	326	258	D6
	F13	422	465	238	348	258	D6
	F16	441	484	246	366	266	D10
φ 150	F6	395	435	237	317	283	D6
	F8	412	454	243	333	283	D6
	F10	431	476	251	351	283	D6
	F13	458	500	263	373	283	D6
	F16	477	519	271	391	291	D10
φ 175	F6	430	470	262	342	308	D6
	F8	448	489	268	358	308	D6
	F10	466	511	276	376	308	D6
	F13	493	536	288	398	308	D6
	F16	512	554	296	416	316	D10
φ 200	F6	467	507	288	368	334	D6
	F8	484	526	294	384	334	D6
	F10	503	548	302	402	334	D6
	F13	530	572	314	424	334	D6
	F16	549	591	322	442	342	D10
φ 250	F6	553	599	343	433	385	D6
	F8	568	618	349	449	385	D6
	F10	589	640	357	467	385	D6
	F13	613	664	369	489	385	D6
	F16	635	683	377	507	393	D10
φ 300	F6	625	671	394	484	436	D6
	F8	640	690	400	500	436	D6
	F10	661	712	408	518	436	D6
	F13	686	736	420	540	436	D6
	F16	707	755	428	558	444	D10
φ 350	F6	698	745	446	536	488	D6
	F8	714	764	452	552	488	D6
	F10	734	785	460	570	488	D6
	F13	759	810	472	592	488	D6
	F16	780	829	480	610	496	D10

表-1.2.2 2リング規格寸法 (φ400~750)

型式【EGX-2R】

単位:mm

孔径	リング筋径	A	B	C	D	E	連結筋径
φ 400	F6	783	838	502	602	540	D6
	F8	801	857	508	618	540	D6
	F10	820	879	516	636	540	D6
	F13	846	903	528	658	540	D6
	F16	865	922	536	676	548	D10
φ 450	F6	856	910	553	653	591	D6
	F8	873	929	559	669	591	D6
	F10	892	951	567	687	591	D6
	F13	918	975	579	709	591	D6
	F16	938	994	587	727	599	D10
φ 500	F6	928	982	604	704	642	D6
	F8	945	1001	610	720	642	D6
	F10	964	1023	618	738	642	D6
	F13	991	1047	630	760	642	D6
	F16	1010	1066	638	778	650	D10
φ 550	F6	1000	1054	655	755	693	D6
	F8	1017	1073	661	771	693	D6
	F10	1036	1095	669	789	693	D6
	F13	1063	1120	681	811	693	D6
	F16	1082	1138	689	829	701	D10
φ 600	F6	1088	1149	712	822	746	D6
	F8	1104	1168	718	838	746	D6
	F10	1125	1190	726	856	746	D6
	F13	1149	1214	738	878	746	D6
	F16	1170	1233	746	896	754	D10
φ 650	F6	1159	1220	762	872	796	D6
	F8	1175	1239	768	888	796	D6
	F10	1195	1261	776	906	796	D6
	F13	1220	1285	788	928	796	D6
	F16	1241	1304	796	946	804	D10
φ 700	F6	1230	1291	812	922	846	D6
	F8	1246	1310	818	938	846	D6
	F10	1266	1331	826	956	846	D6
	F13	1291	1356	838	978	846	D6
	F16	1312	1375	846	996	854	D10
φ 750	F6	1301	1361	862	972	896	D6
	F8	1316	1380	868	988	896	D6
	F10	1337	1402	876	1006	896	D6
	F13	1361	1426	888	1028	896	D6
	F16	1383	1445	896	1046	904	D10

表-1.2.3 3リング規格寸法 (φ100~350)

型式【EGX-3R】

単位:mm

孔径	リング筋径	A	A2	B	B2	C	D	D2	E	連結筋径
φ100	F6	323	335	363	380	186	266	278	232	D6
	F8	340	356	382	404	192	282	298	232	D6
	F10	359	379	404	432	200	300	320	232	D6
	F13	385	411	428	465	212	322	348	232	D6
	F16	404	436	447	492	220	340	372	240	D10
φ125	F6	359	371	400	417	212	292	304	258	D6
	F8	377	393	419	441	218	308	324	258	D6
	F10	395	415	440	469	226	326	346	258	D6
	F13	422	448	465	502	238	348	374	258	D6
	F16	441	473	484	529	246	366	398	266	D10
φ150	F6	395	407	435	452	237	317	329	283	D6
	F8	412	428	454	477	243	333	349	283	D6
	F10	431	451	476	504	251	351	371	283	D6
	F13	458	484	500	537	263	373	399	283	D6
	F16	477	509	519	564	271	391	423	291	D10
φ175	F6	430	442	470	487	262	342	354	308	D6
	F8	448	464	489	512	268	358	374	308	D6
	F10	466	486	511	539	276	376	396	308	D6
	F13	493	519	536	572	288	398	424	308	D6
	F16	512	544	554	600	296	416	448	316	D10
φ200	F6	467	479	507	524	288	368	380	334	D6
	F8	484	500	526	549	294	384	400	334	D6
	F10	503	523	548	576	302	402	422	334	D6
	F13	530	556	572	609	314	424	450	334	D6
	F16	549	581	591	636	322	442	474	342	D10
φ250	F6	553	565	599	616	343	433	445	385	D6
	F8	568	584	618	641	349	449	465	385	D6
	F10	589	609	640	668	357	467	487	385	D6
	F13	613	639	664	701	369	489	515	385	D6
	F16	635	667	683	728	377	507	539	393	D10
φ300	F6	625	637	671	688	394	484	496	436	D6
	F8	640	656	690	713	400	500	516	436	D6
	F10	661	681	712	740	408	518	538	436	D6
	F13	686	712	736	773	420	540	566	436	D6
	F16	707	739	755	800	428	558	590	444	D10
φ350	F6	698	710	745	762	446	536	548	488	D6
	F8	714	730	764	786	452	552	568	488	D6
	F10	734	754	785	814	460	570	590	488	D6
	F13	759	785	810	847	472	592	618	488	D6
	F16	780	812	829	874	480	610	642	496	D10

表-1.2.4 3リング規格寸法 (φ400~750)

型式【EGX-3R】

単位:mm

孔径	リング筋径	A	A2	B	B2	C	D	D2	E	連結筋径
φ400	F6	783	795	838	855	502	602	614	540	D6
	F8	801	817	857	880	508	618	634	540	D6
	F10	820	840	879	907	516	636	656	540	D6
	F13	846	872	903	940	528	658	684	540	D6
	F16	865	897	922	967	536	676	708	548	D10
φ450	F6	856	868	910	927	553	653	665	591	D6
	F8	873	889	929	952	559	669	685	591	D6
	F10	892	912	951	979	567	687	707	591	D6
	F13	918	944	975	1012	579	709	735	591	D6
	F16	938	970	994	1039	587	727	759	599	D10
φ500	F6	928	940	982	999	604	704	716	642	D6
	F8	945	961	1001	1024	610	720	736	642	D6
	F10	964	984	1023	1051	618	738	758	642	D6
	F13	991	1017	1047	1084	630	760	786	642	D6
	F16	1010	1042	1066	1112	638	778	810	650	D10
φ550	F6	1000	1012	1054	1071	655	755	767	693	D6
	F8	1017	1033	1073	1096	661	771	787	693	D6
	F10	1036	1056	1095	1123	669	789	809	693	D6
	F13	1063	1089	1120	1156	681	811	837	693	D6
	F16	1082	1114	1138	1184	689	829	861	701	D10
φ600	F6	1088	1100	1149	1166	712	822	834	746	D6
	F8	1104	1120	1168	1191	718	838	854	746	D6
	F10	1125	1145	1190	1218	726	856	876	746	D6
	F13	1149	1175	1214	1251	738	878	904	746	D6
	F16	1170	1202	1233	1278	746	896	928	754	D10
φ650	F6	1159	1171	1220	1237	762	872	884	796	D6
	F8	1175	1191	1239	1261	768	888	904	796	D6
	F10	1195	1215	1261	1289	776	906	926	796	D6
	F13	1220	1246	1285	1322	788	928	954	796	D6
	F16	1241	1273	1304	1349	796	946	978	804	D10
φ700	F6	1230	1242	1291	1308	812	922	934	846	D6
	F8	1246	1262	1310	1332	818	938	954	846	D6
	F10	1266	1286	1331	1360	826	956	976	846	D6
	F13	1291	1317	1356	1393	838	978	1004	846	D6
	F16	1312	1344	1375	1420	846	996	1028	854	D10
φ750	F6	1301	1313	1361	1378	862	972	984	896	D6
	F8	1316	1332	1380	1403	868	988	1004	896	D6
	F10	1337	1357	1402	1430	876	1006	1026	896	D6
	F13	1361	1387	1426	1463	888	1028	1054	896	D6
	F16	1383	1415	1445	1491	896	1046	1078	904	D10

### 1.3 適用範囲

#### (1) 梁の構造

##### a) 構造種類・部位

鉄筋コンクリート造及び鉄骨鉄筋コンクリート造の梁、基礎梁

##### b) せん断スパン比( $M/Q \cdot d$ )

$$1 \leq M/(Q \cdot d)$$

##### c) コンクリート

種類：普通コンクリート及び高強度コンクリート

強度：設計基準強度( $F_c$ )の21~60N/mm<sup>2</sup>

##### d) 鉄筋

主筋：JIS G 3112 鉄筋コンクリート用棒鋼のSD295A、SD295B、SD345、SD390、SD490

あばら筋：JIS G 3112 鉄筋コンクリート用棒鋼のSD295A、SD295B、SD345、SD390、SD490及び建築基準法第37条第二号の規定に基づく国土交通大臣の認定を受けた490、685、785、1275N/mm<sup>2</sup>級の高強度鉄筋

#### (2) 孔径(H)・孔形状

開孔径(H)は梁せい(D)の1/3以下とし、 $100\text{mm} \leq H \leq 750\text{mm}$ の範囲とする。

開孔形状は円形・矩形とし、矩形の場合は外接円を孔径(H)とする。

#### (3) 孔位置 (図-1.3.1参照)

##### a) 柱際から水平方向の開孔位置(L1)

柱際から開孔中心までの距離を梁せい(D)以上とする。

##### b) 梁が交差する場合の梁面から水平方向の開孔位置

梁面から開孔中心までの距離を直交する梁の配筋と干渉しない範囲とする。

##### c) 開孔上下方向位置とへりあき( $H_{c1}$ 、 $H_{c2}$ )

開孔の上下方向位置は原則、梁せいの中心付近とする。

ただし、中心付近以外の場合は補強筋が最外縁の主筋から突出しない範囲かつ、補強筋のかぶりを確保できる位置とし、へりあきの最小寸法は、梁せいの1/5以上とする。

##### d) 開孔中心間距離(L2)

開孔の中心間距離は開孔径の3倍以上とし、隣り合う補強筋に接しない位置とする。

また、隣り合う開孔径が異なる場合は、両開孔径の平均値の3倍以上とする。

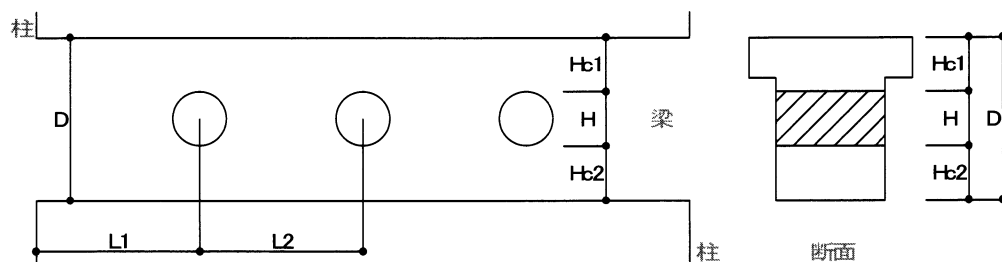


図-1.3.1 開孔位置

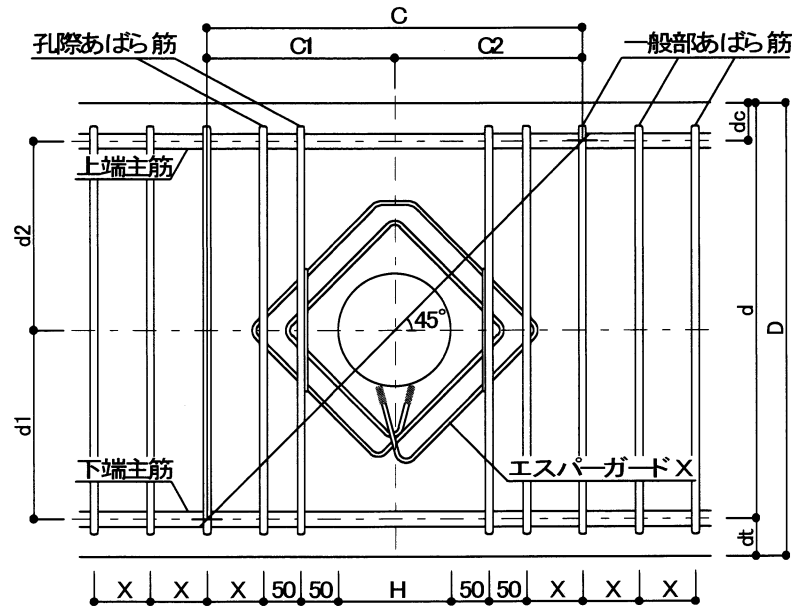
(4)補強量の算定方法

a)孔周囲の有効な補強筋

- ・エスパーガードX（連結筋は除く）
- ・孔際あばら筋（1組以上）
- ・補強有効範囲内に位置する一般部あばら筋

b)補強有効範囲(C)

孔中心から45度方向に最外主筋重心と結ぶ交点までの水平方向距離とする。  
 $C=C1+C2$ となり、 $C1=d1$ 、 $C2=d2$ となる。



- $C1, C2$  : 孔に対して左右それぞれの補強有効範囲  
 $d1, d2$  : 孔に対して上下それぞれの有効せい  
 $d_c$  : 圧縮縁から最外圧縮鉄筋重心までの距離  
 $d_t$  : 引張縁から最外引張鉄筋重心までの距離  
 $d$  : 有効せい  
 $X$  : 一般部あばら筋間隔

図-1.3.2 補強有効範囲（配筋例）

1.4 せん断終局強度算定式

エスパーガードXを用いた有孔梁せん断終局強度の算定式は(1)式による。

$$Q_{suo} = \alpha \left\{ \frac{0.053 p_t^{0.23} (F_c + 18)}{M / (Q \cdot d) + 0.12} \left( 1 - \frac{1.61 \cdot H}{D} \right) + 0.85 \sqrt{p_{s1} \cdot s_{Oy1} + p_{s2} \cdot s_{Oy2}} \right\} b \cdot j \quad (1)$$



ここに

$Q_{\text{su0}}$  : 有孔梁せん断終局強度 (N)

$\alpha$  : 低減係数  $\alpha = \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3$

$\alpha_1$  : せん断スパン比による低減係数  $M/Qd \leq 1.5$  の場合、 $\alpha_1 = 0.85$   
 $M/Qd > 1.5$  の場合、 $\alpha_1 = 1.0$

$\alpha_2$  : せん断補強筋量とコンクリート強度の比による低減係数  
 $p_s \cdot s_{Oy} / F_c < 0.25$  の場合、 $\alpha_2 = 1.0$   
 $p_s \cdot s_{Oy} / F_c \geq 0.25$  の場合、 $\alpha_2 = 0.9$

$\alpha_3$  : 無孔梁の余裕度に対するあばら筋降伏強度による低減係数  
 $s_{Oy2} < 450 \text{ N/mm}^2$  の場合、 $\alpha_3 = 1.0$   
 $s_{Oy2} \geq 450 \text{ N/mm}^2$  の場合、 $\alpha_3 = 0.93$

$p_t$  : 引張鉄筋比 (%)  $p_t = \frac{a_t}{b \cdot d} \cdot 100$

$a_t$  : 引張鉄筋断面積 ( $\text{mm}^2$ )

$F_c$  : コンクリートの設計基準強度 ( $\text{N/mm}^2$ )  $21 \leq F_c \leq 60 \text{ N/mm}^2$

$M/(Q \cdot d)$  : せん断スパン比  $1 \leq M/(Q \cdot d) \leq 3$   
 ただし、1以下の場合は1とし、3以上の場合は3とする。

$H$  : 開孔径 (mm)  $H \leq D/3$

$b$  : 梁幅 (mm)

$D$  : 梁せい (mm)

$d$  : 有効せい (mm)

$C$  : 補強有効範囲[C範囲] (mm)  $C = C_1 + C_2$

$p_s$  : 補強有効範囲内の全せん断補強筋比  $p_s \leq 2.4\%$

ただし、2.4%を超える場合は2.4%とする。

$$p_s = \frac{\sum a_s (\sin \theta + \cos \theta)}{b \cdot C} = \frac{a_{s1} (\sin \theta_1 + \cos \theta_1) + a_{s2} (\sin \theta_2 + \cos \theta_2)}{b \cdot C} = p_{s1} + p_{s2}$$

$p_{s1}$  : エスパーガードX補強筋比  $p_{s1} \leq 1.2\%$

ただし、1.2%を超える場合は1.2%とする。

$$p_{s1} = \frac{\sqrt{2} \cdot a_{s1}}{b \cdot C}$$

$p_{s2}$  : 補強有効範囲内のあばら筋比  $0.2 \leq p_{s2} \leq 1.2\%$

ただし、1.2%を超える場合は1.2%とする。

$$p_{s2} = \frac{a_{s2}}{b \cdot C}$$

$\theta$  : 補強有効範囲内のせん断補強筋が材軸となす角度

$\theta_1$  : エスパーガードXと材軸のなす角度  $\theta_1 = 45^\circ$

$\theta_2$  : あばら筋と材軸のなす角度  $\theta_2 = 90^\circ$

$\sum a_s$  : 補強有効範囲内の全せん断補強筋断面積 ( $\text{mm}^2$ )

$a_{s1}$  : エスパーガードX断面積 ( $\text{mm}^2$ )

$a_{s2}$  : 補強有効範囲内のあばら筋断面積 ( $\text{mm}^2$ )

$s_{Oy1}$  : エスパーガードXの規格降伏点 ( $\text{N/mm}^2$ )  $s_{Oy1} = 490 \text{ N/mm}^2$

$s_{Oy2}$  : あばら筋の規格降伏点 ( $\text{N/mm}^2$ )  $s_{Oy2} \leq 25 \cdot F_c$

ただし、 $25 \cdot F_c$  を超える場合は  $25 \cdot F_c$  とする。

$p_s \cdot s_{Oy}$  : 補強有効範囲内の全せん断補強筋量 ( $\text{N/mm}^2$ )  $p_s \cdot s_{Oy} \leq 15 \text{ N/mm}^2$

$$p_s \cdot s_{Oy} = p_{s1} \cdot s_{Oy1} + p_{s2} \cdot s_{Oy2} = \frac{\sqrt{2} \cdot a_{s1} \cdot s_{Oy1} + a_{s2} \cdot s_{Oy2}}{b \cdot C}$$

$p_{s1} \cdot s_{Oy1}$  : エスパーガードX補強筋量 ( $\text{N/mm}^2$ )

$p_{s2} \cdot s_{Oy2}$  : 補強有効範囲内のあばら筋量 ( $\text{N/mm}^2$ )

$j$  : 応力中心距離 (mm)  $j = (7/8) \cdot d$

## 1.5 計算外規定

- ・ エスパーガードXの補強枚数は開孔1箇所につき、2枚以上とする。
- ・ 開孔径が300mm以上の場合、開孔上下部に縦補強筋と横補強筋で補強を行う。
- ・ 開孔形状が矩形の場合は開孔上下部に横補強筋で補強を行う。

## §2. 評定内容

### 2-1 評定事項

本件は、鉄筋コンクリート造および鉄骨鉄筋コンクリート造の梁に設けられた円形または四角形の孔周囲の補強を目的とした有限会社日本スリーブ、株式会社シバタ鐵工業、株式会社アルマト、株式会社青山商事が製造する梁貫通孔補強筋エスパーガード X の製造と補強設計指針に関するものである。

エスパーガード X に用いるリング筋は第一線材鋼業株式会社製の FSD490 (MSRB-0053) であり、呼び名 F6、F8、F10、F13、F16 であり、形状保持のための連結筋は、SD295A の D6 と D10 である。

### 2-2 評定内容

- (1) 1 章せん断終局強度算定指針・同解説では、適用範囲と補強設計法が示されており、妥当なものと判断する。主な評定事項は以下のとおりである。
  - 1) 梁のコンクリート強度の範囲
  - 2) 梁に用いる主筋とせん断補強筋に用いる鋼種の範囲
  - 3) エスパーガード X の形状
  - 4) 孔の位置に対する制限
  - 5) 有孔梁のせん断終局強度算定式の妥当性。せん断スパン比、せん断補強筋量とコンクリート強度の比、せん断補強筋強度の違いによる低減係数の妥当性。
  - 6) 設計用せん断力の妥当性
- (2) 2 章製造規定では、製品の形状と製造工程、工程検査方法が示されており、妥当なものと判断する。主な評定事項は以下のとおりである。
  - 1) 製品寸法の許容範囲
  - 2) 製品の加工形状
  - 3) 溶接機械と溶接条件の妥当性
  - 4) 工程検査（切断曲げ加工と溶接）と製品検査法の妥当性
  - 5) ロットの定義の妥当性
- (3) 3 章製品製造時の品質管理規定では、各社の品質管理体制が示されており、妥当なものと判断する。主な評定事項は次のとおりである。
  - 1) 各社の品質管理体制
  - 2) 設備管理体制
  - 3) 社内講習の方法
  - 4) 苦情処理と再発防止体制
  - 5) 4 社連携による情報交換と品質管理の体系
  - 6) 検査記録、トレーサビリティの妥当性
- (4) 4 章施工要領では、施工準備から、製品の受け取り・保管および取り付けと検査に関する手順と方法が示されており妥当なものと判断する。
- (5) 5 章実験報告 I では、各社のエスパーガード X を使用した部材実験の結果が、7 章追加実験報告 I では追加の部材実験の結果が示されている。

- (6) 6章実験報告書Ⅱでは各社ごとの、スポット溶接の溶接条件検知要領書、引張強度に関するスポット溶接の溶接条件検知実験結果、せん断強度に関するスポット溶接の溶接条件検知実験と確認実験の結果が示されており、8章追加実験報告Ⅱでは、3リングのものに対する溶接条件の確認実験と、製品からの切り出しによる溶接条件の妥当性の確認を行っている。

### §3. 評定経過

平成23年4月20日日本委員会において概要について検討を行い、詳細な検討は部会を設けて行うこととした。部会においては、提出資料をもとに慎重に審議を行い、結果を委員会に報告した。本委員会は、部会の報告をもとに総括的な検討を行い、平成24年12月19日当報告を得た。