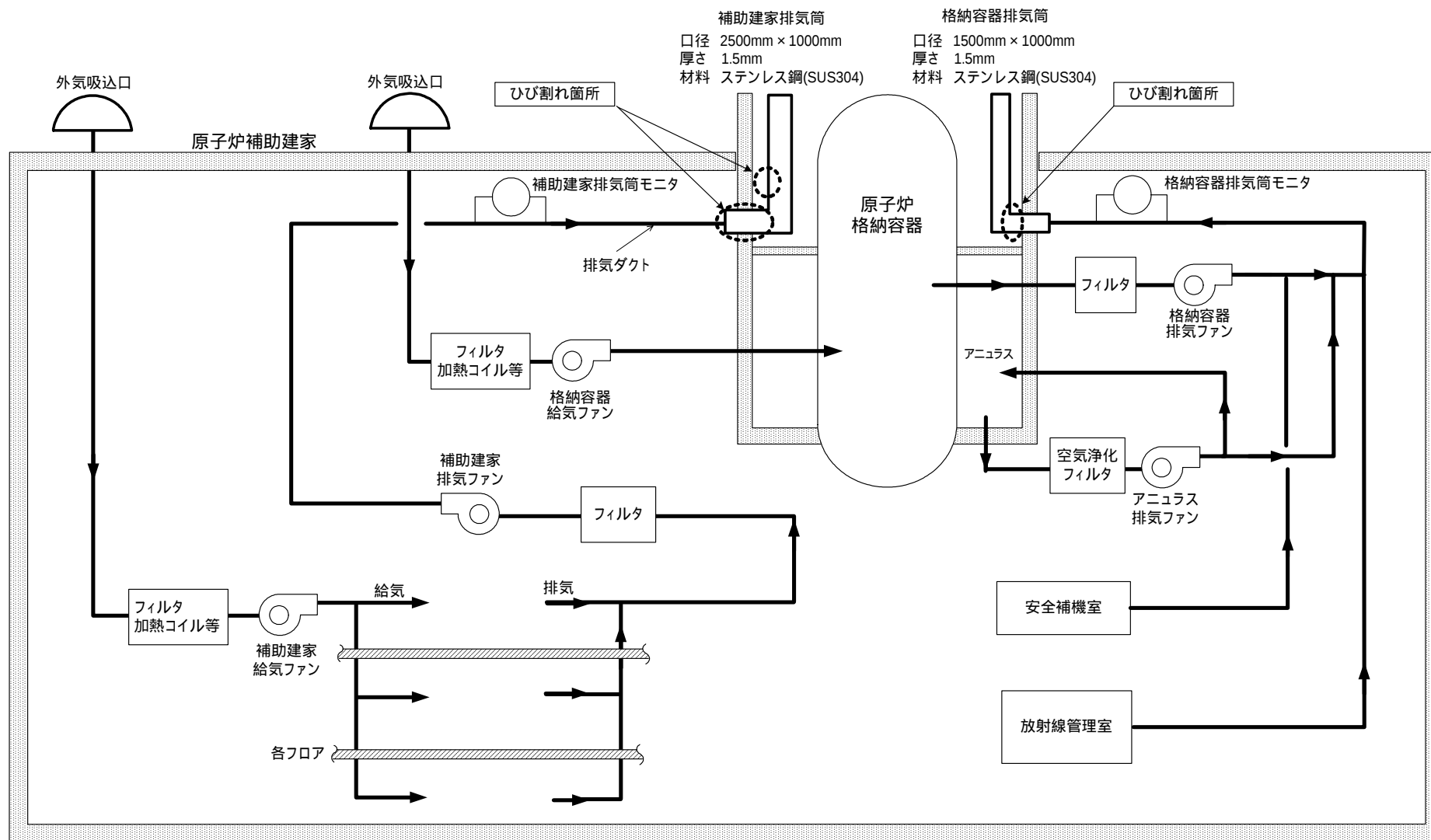


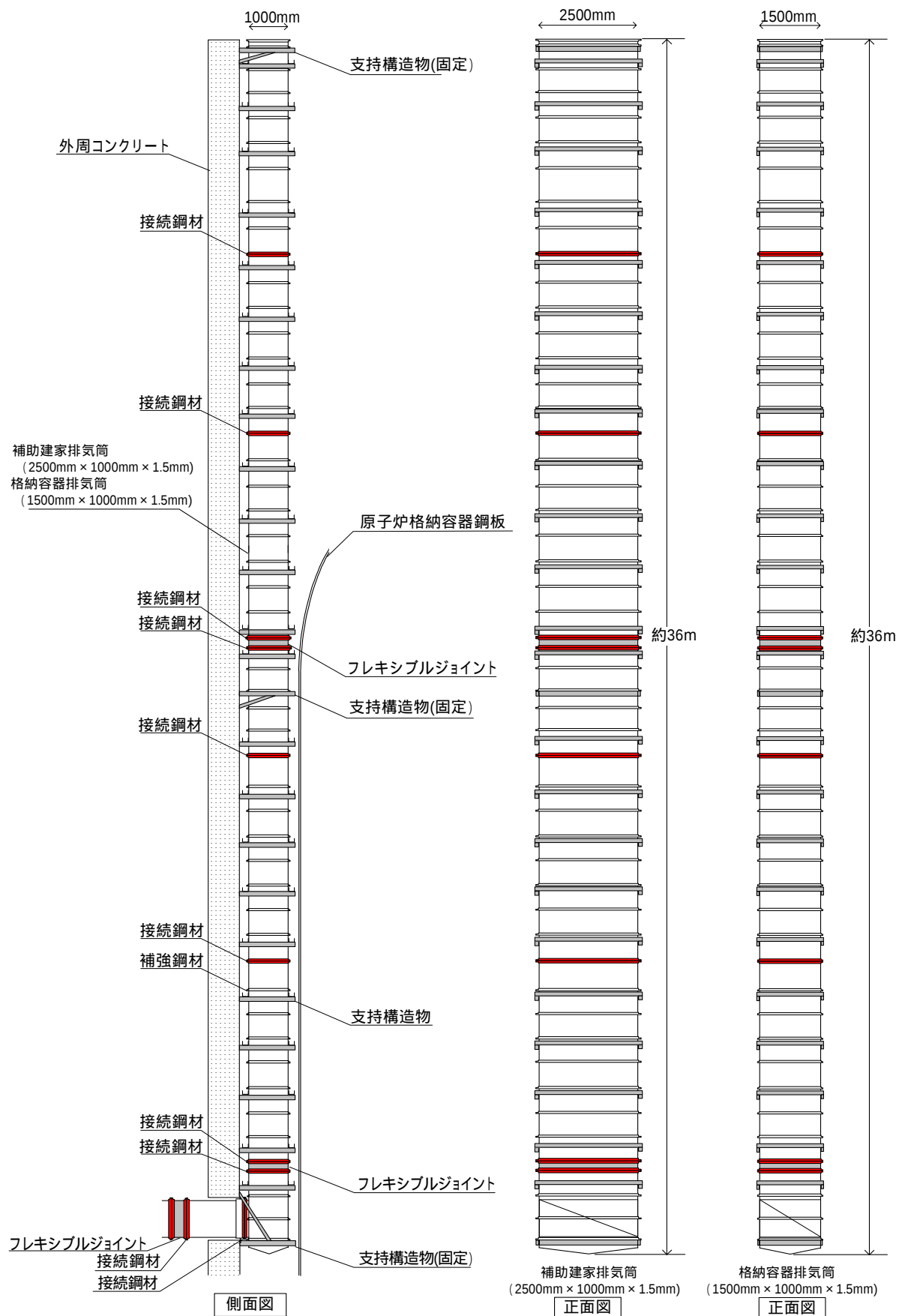
【添 付 資 料】

- 1 . 補助建家排気筒・格納容器排気筒概略系統図
- 2 . 補助建家排気筒・格納容器排気筒構造図
- 3 . モニタチャート
- 4 . 補助建家排気筒状況調査結果
- 5 . 格納容器排気筒状況調査結果
- 6 . 補助建家排気筒のひび割れに係る要因分析図
- 7 . 補助建家排気筒の製作・施工調査結果
- 8 . 補助建家排気筒の材料調査結果
- 9 . 補助建家排気筒の溶接施工状況調査結果
- 1 0 . 破面マクロ観察結果
- 1 1 . ひび割れ の詳細調査結果
- 1 2 . ひび割れ の詳細調査結果
- 1 3 . ひび割れ の詳細調査結果
- 1 4 . ひび割れ 、 および のやや平坦でない破面が形成された推定メカニズム
- 1 5 . 断続溶接部近傍の残留応力測定結果
- 1 6 . 補助建家排気筒の振動計測結果
- 1 7 . 格納容器排気筒調査結果
- 1 8 . 補助建家排気筒の配置上の特徴
- 1 9 . 高サイクル疲労によるひび割れの発生に関する評価結果
- 2 0 . 事象発生の推定メカニズム（疲労損傷）
- 2 1 . 事象発生の推定メカニズム（腐食損傷）
- 2 2 . 補助建家排気筒・格納容器排気筒復旧概要図

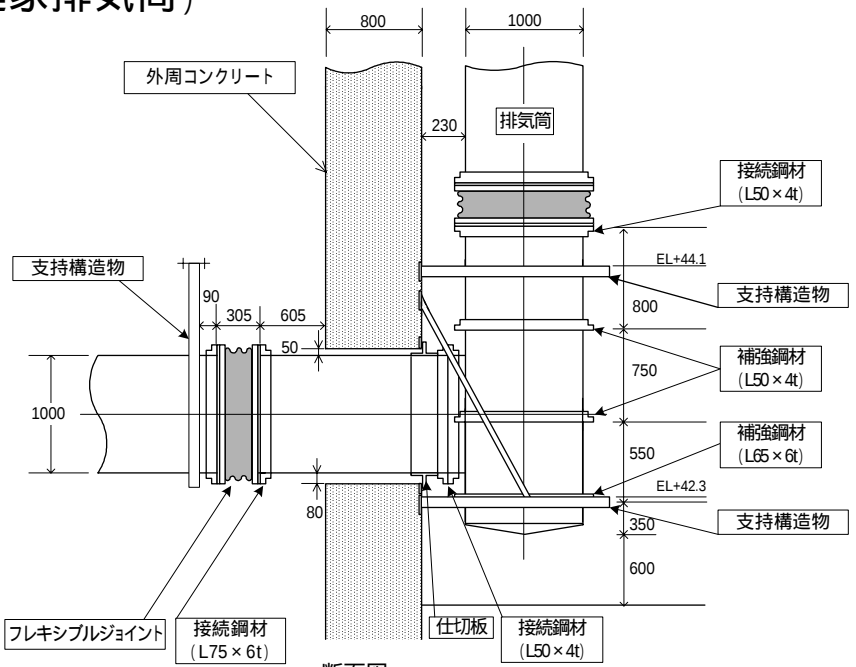
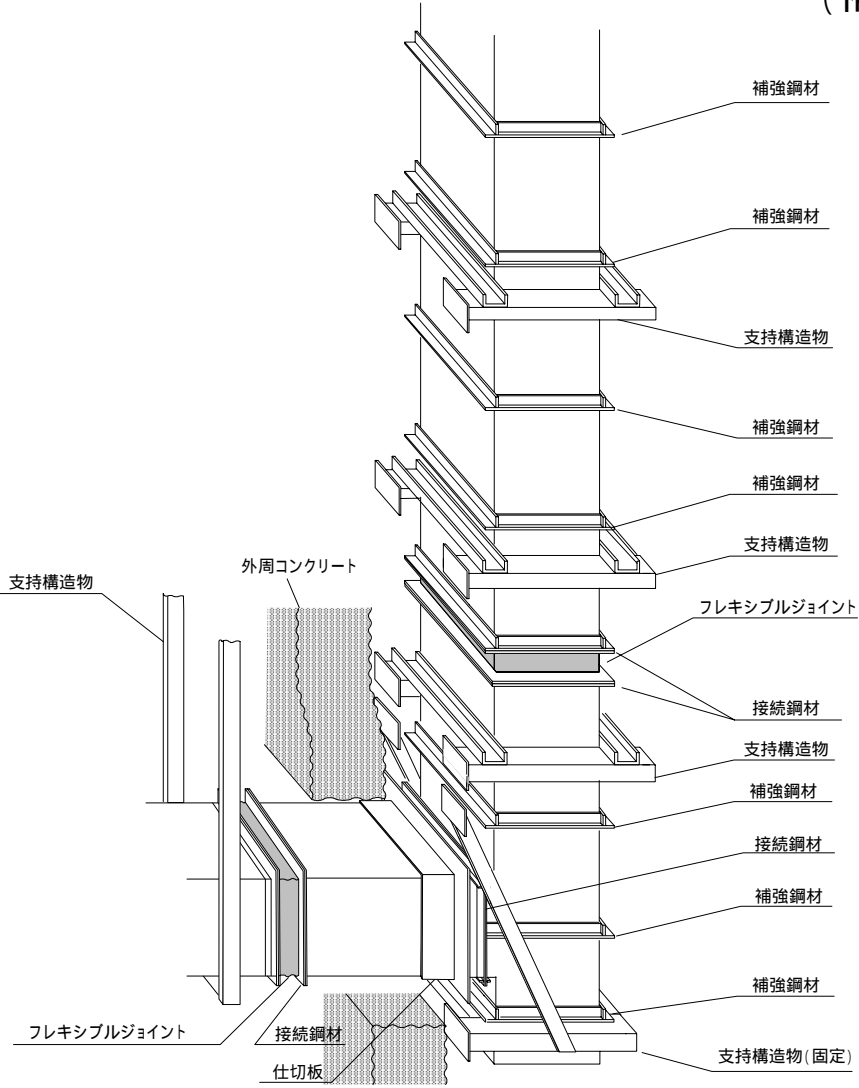
補助建家排気筒・格納容器排気筒概略系統図



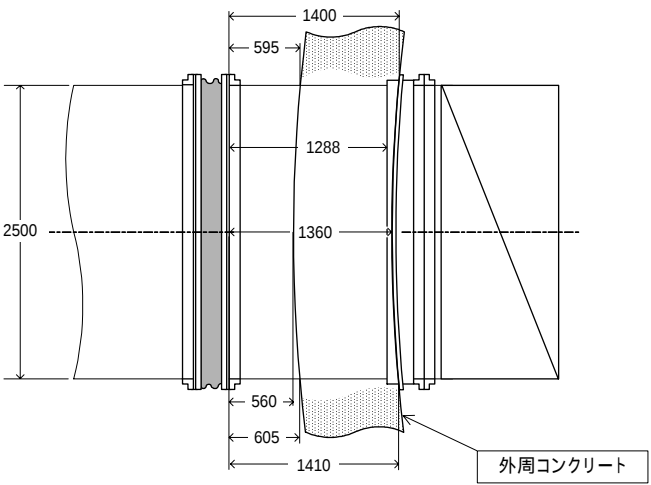
補助建家排気筒・格納容器排気筒構造図



補助建家排気筒・格納容器排気筒構造図 (補助建家排気筒)

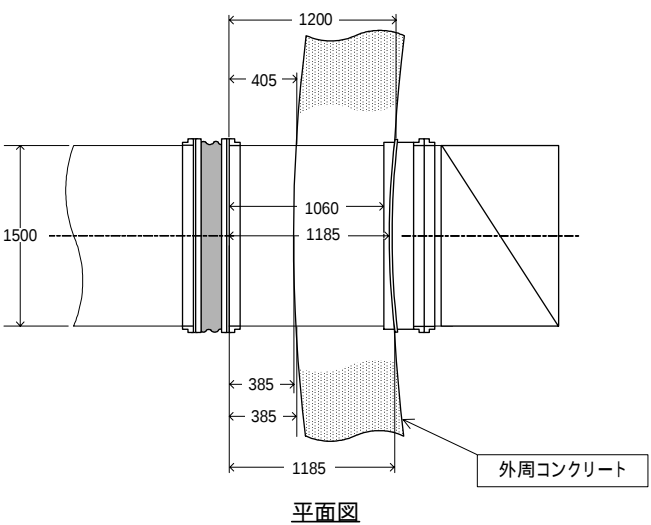
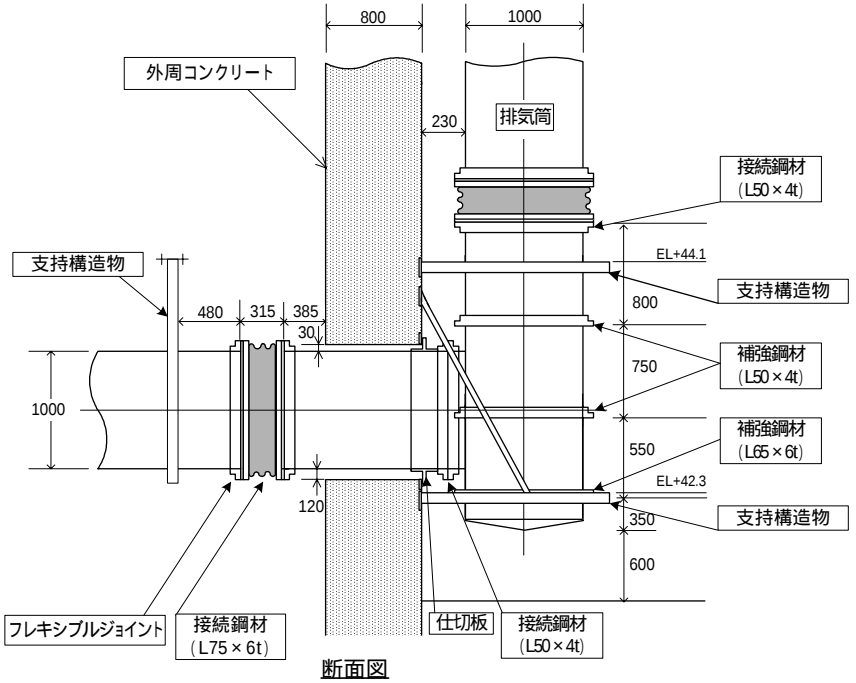
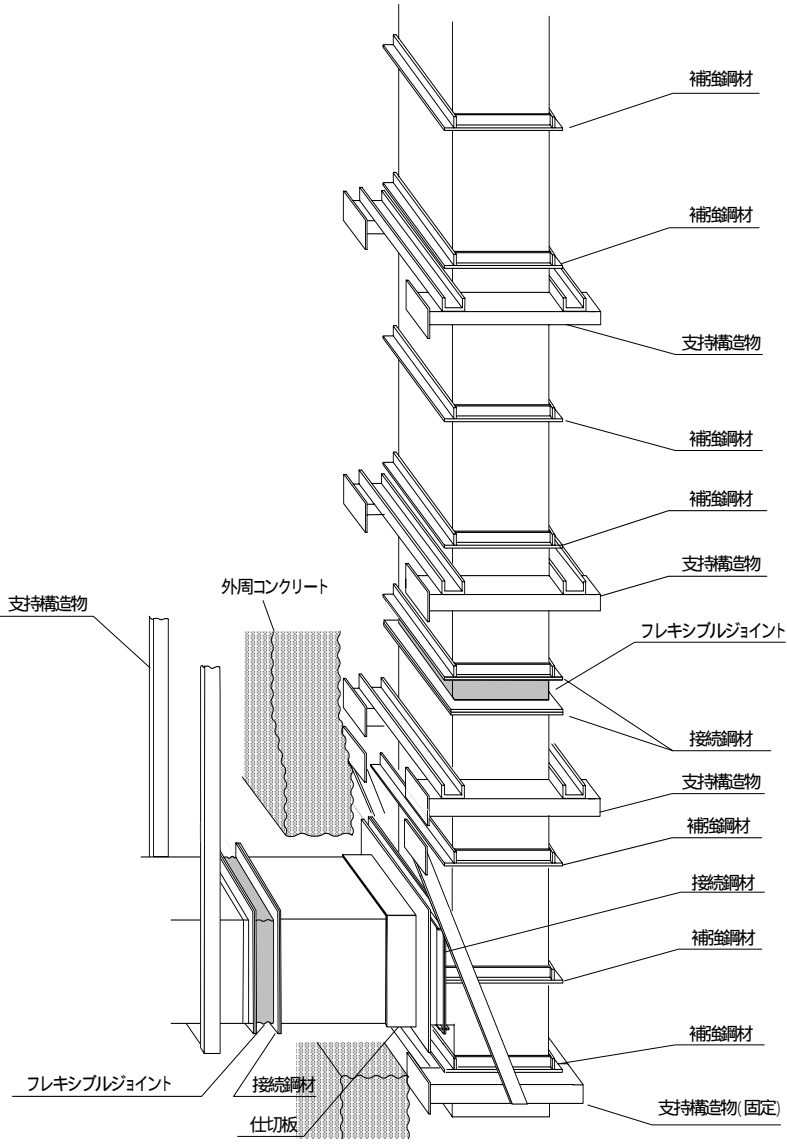


断面図

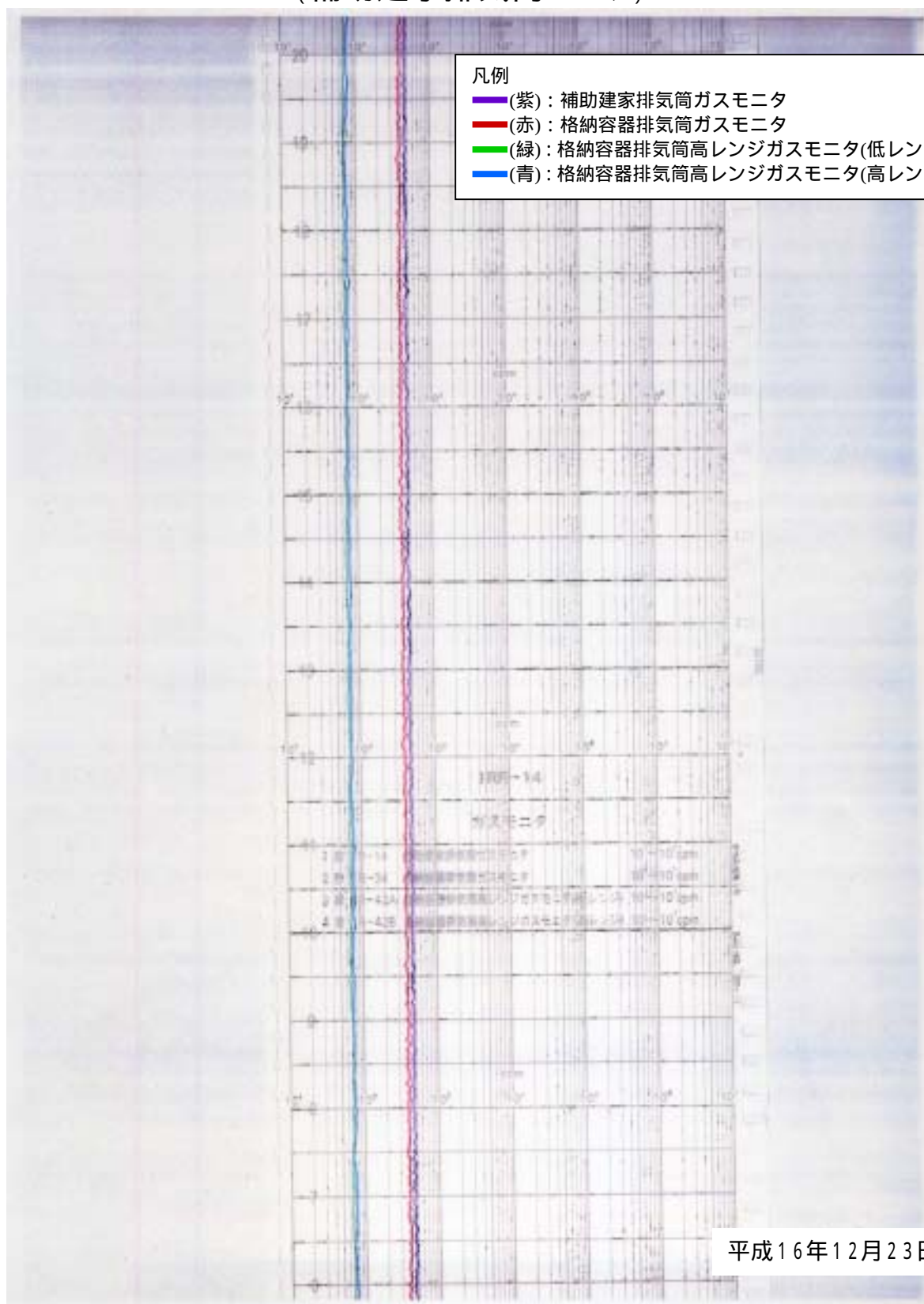


平面図

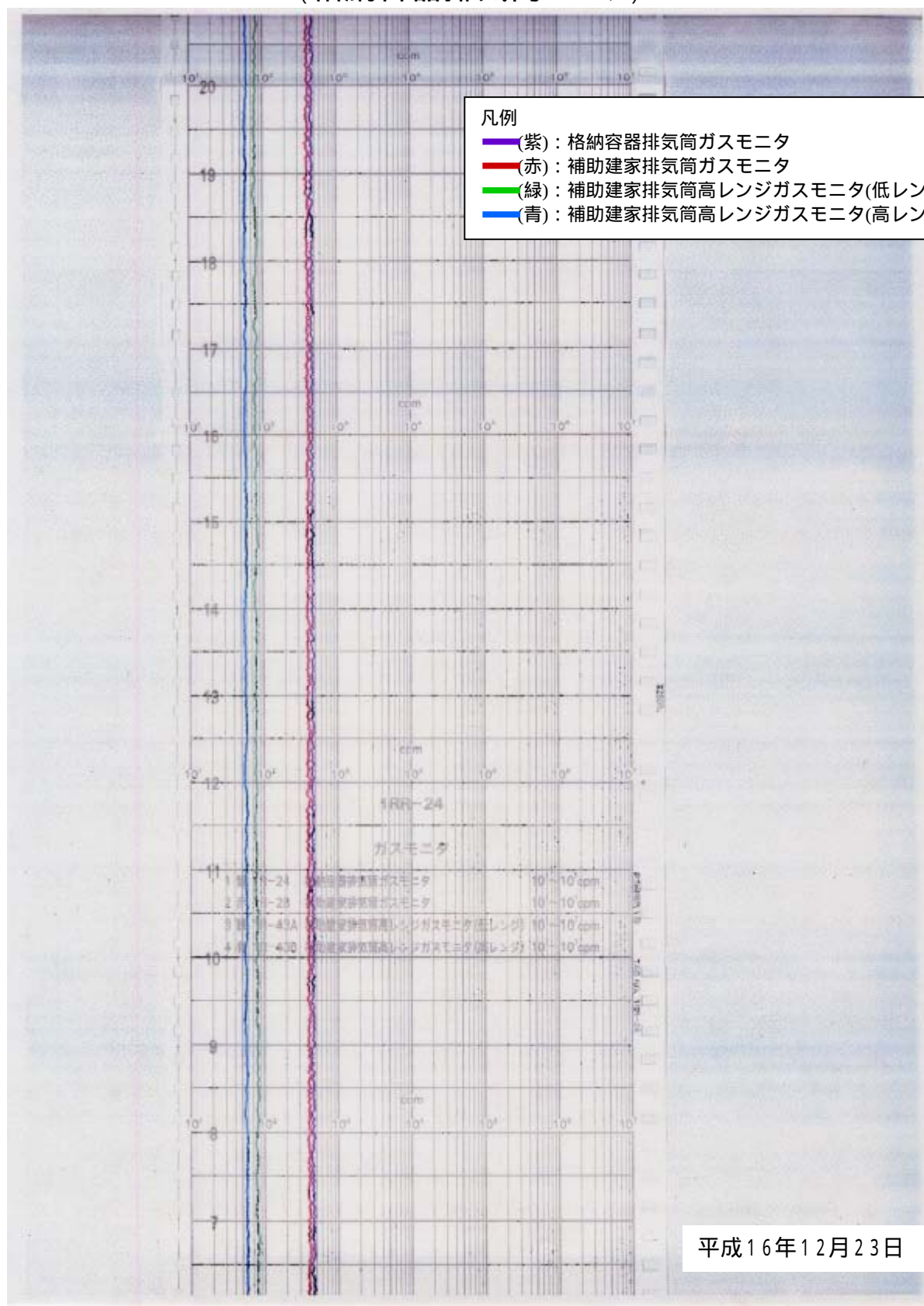
補助建家排気筒・格納容器排気筒構造図 (格納容器排気筒)



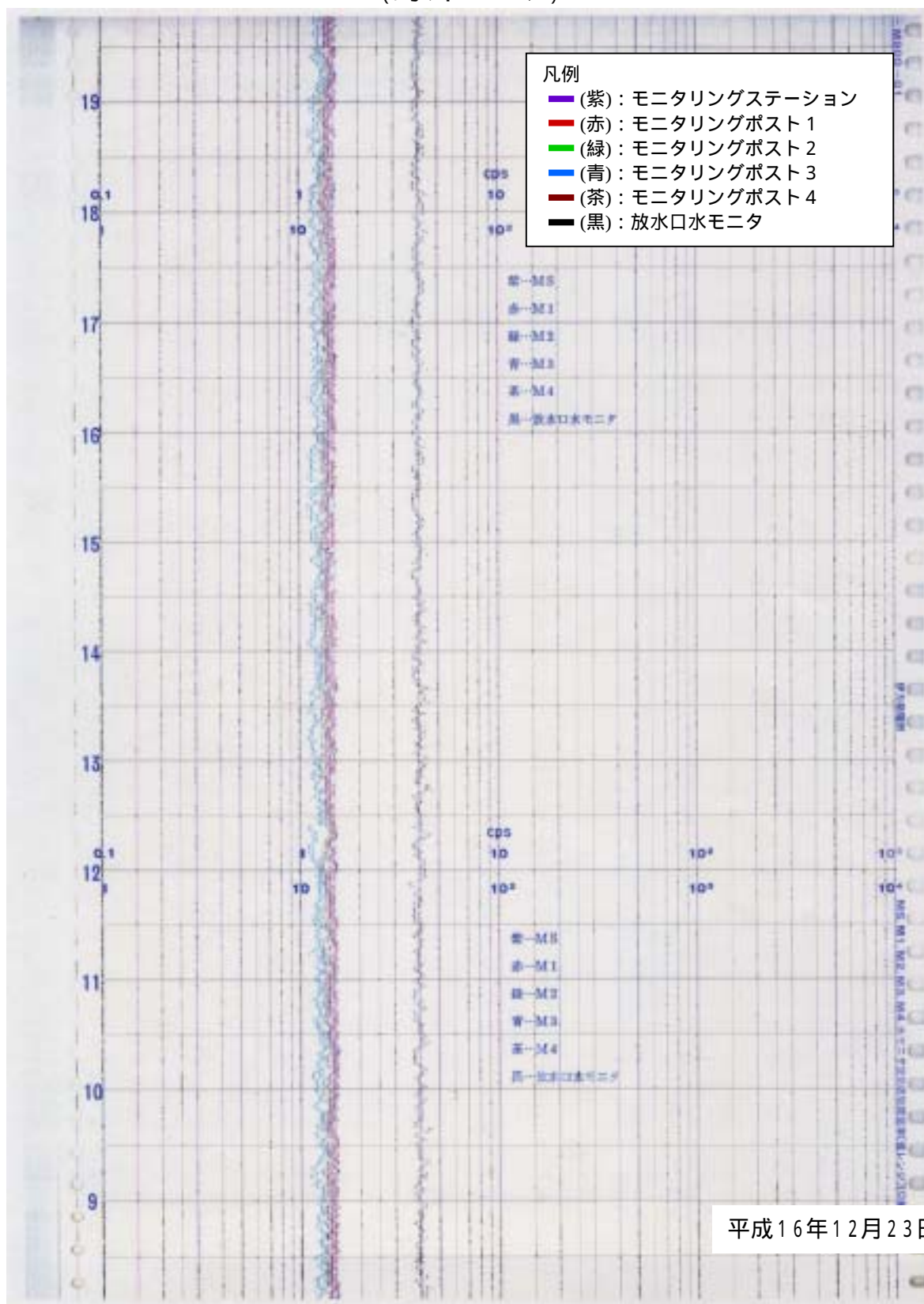
モニタチャート (補助建家排気筒モニタ)



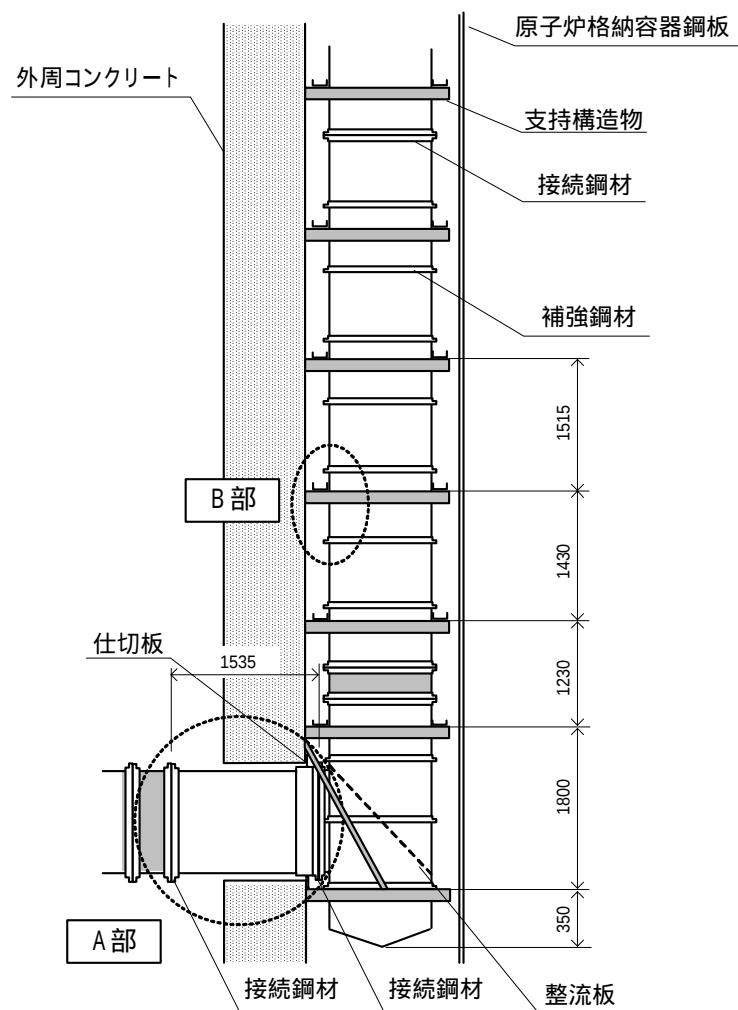
モニタチャート (格納容器排気筒モニタ)



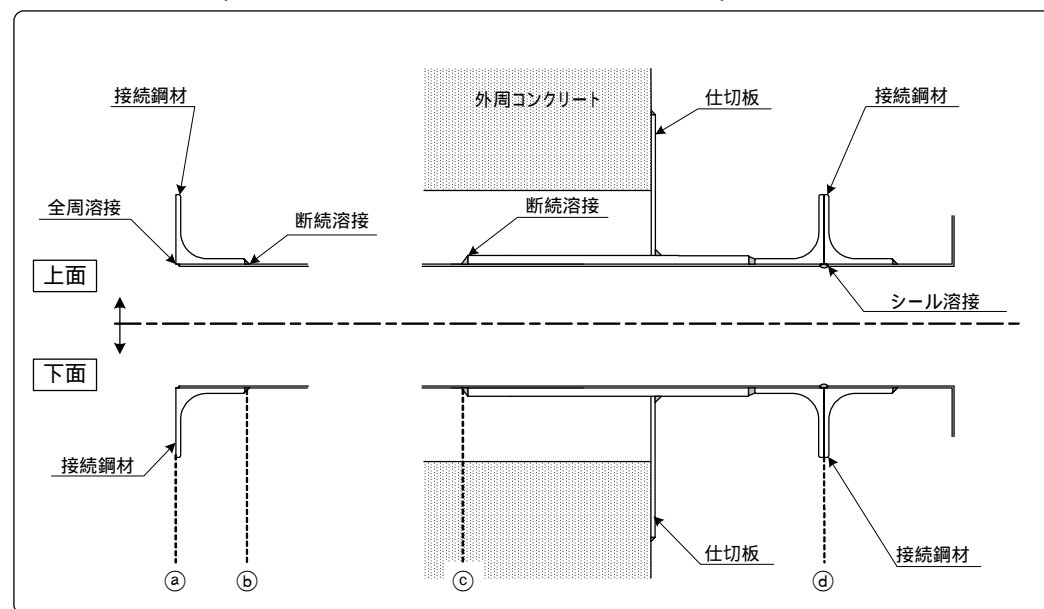
モニタチャート (野外モニタ)



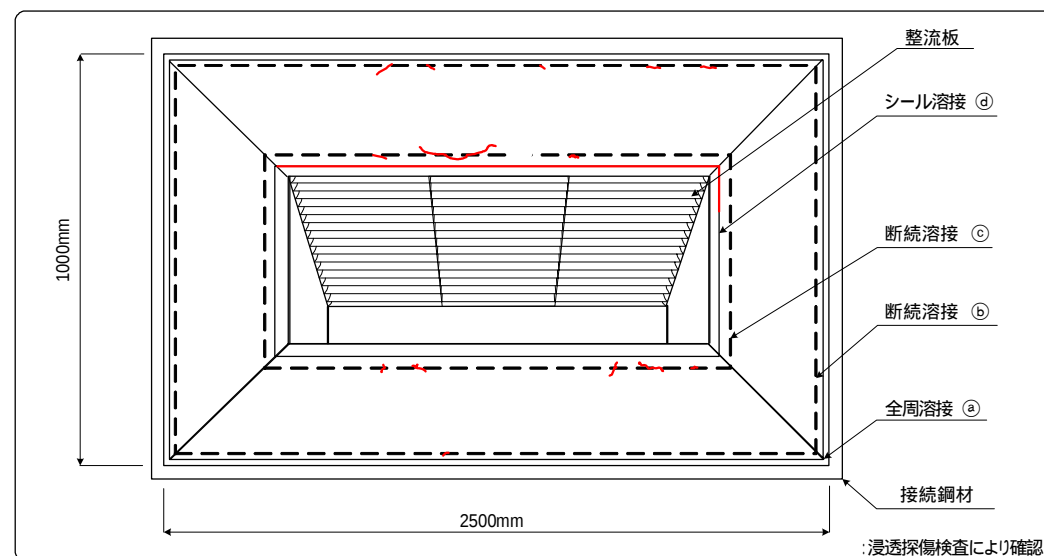
補助建家排気筒状況調査結果(水平ダクト部ひび割れ箇所)



排気筒水平ダクト部内外面状況調査の結果、15箇所のひび割れを確認した。

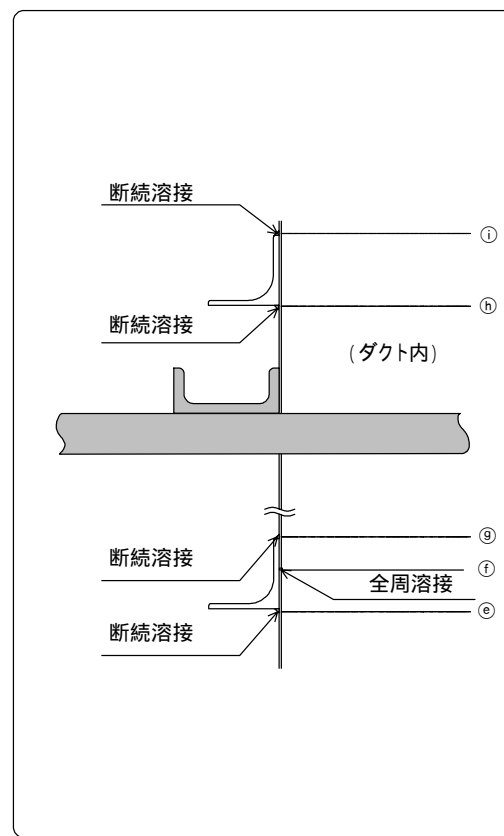
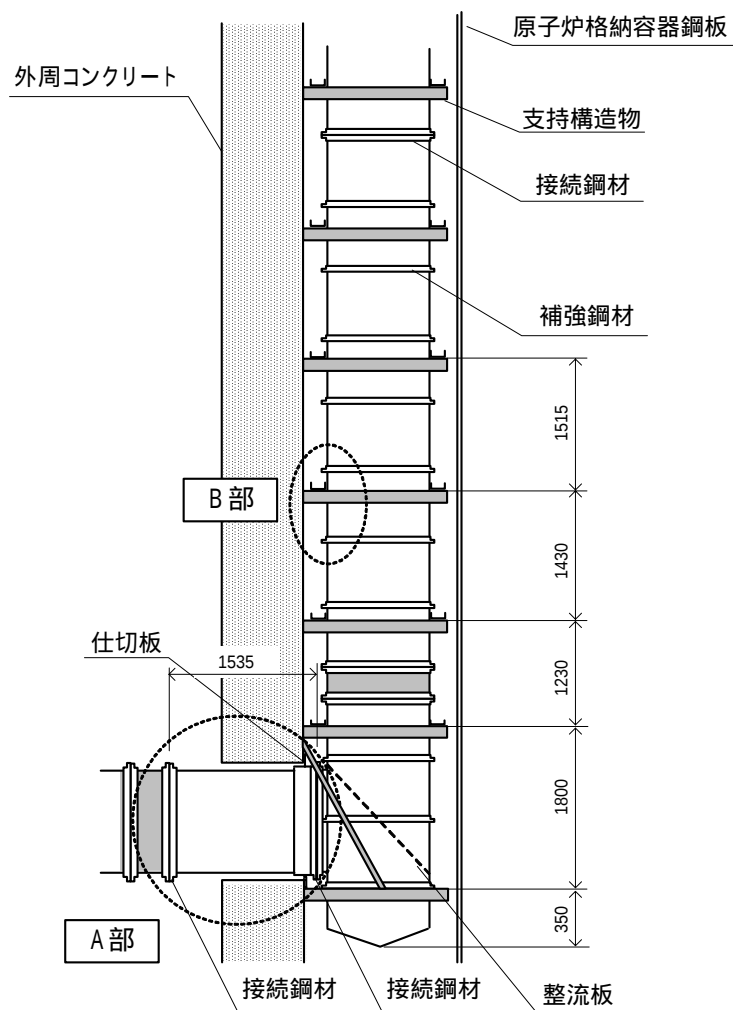


A 部断面図

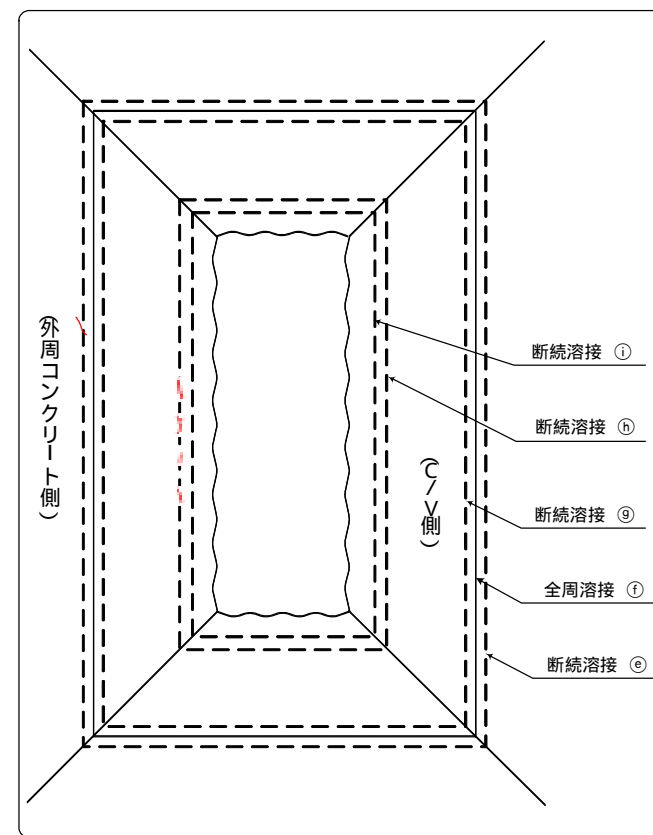


A 部(排気筒水平ダクト部(ひび割れ ~))
(上流側から下流側を見る)

補助建家排気筒状況調査結果(鉛直ダクト部ひび割れ箇所)



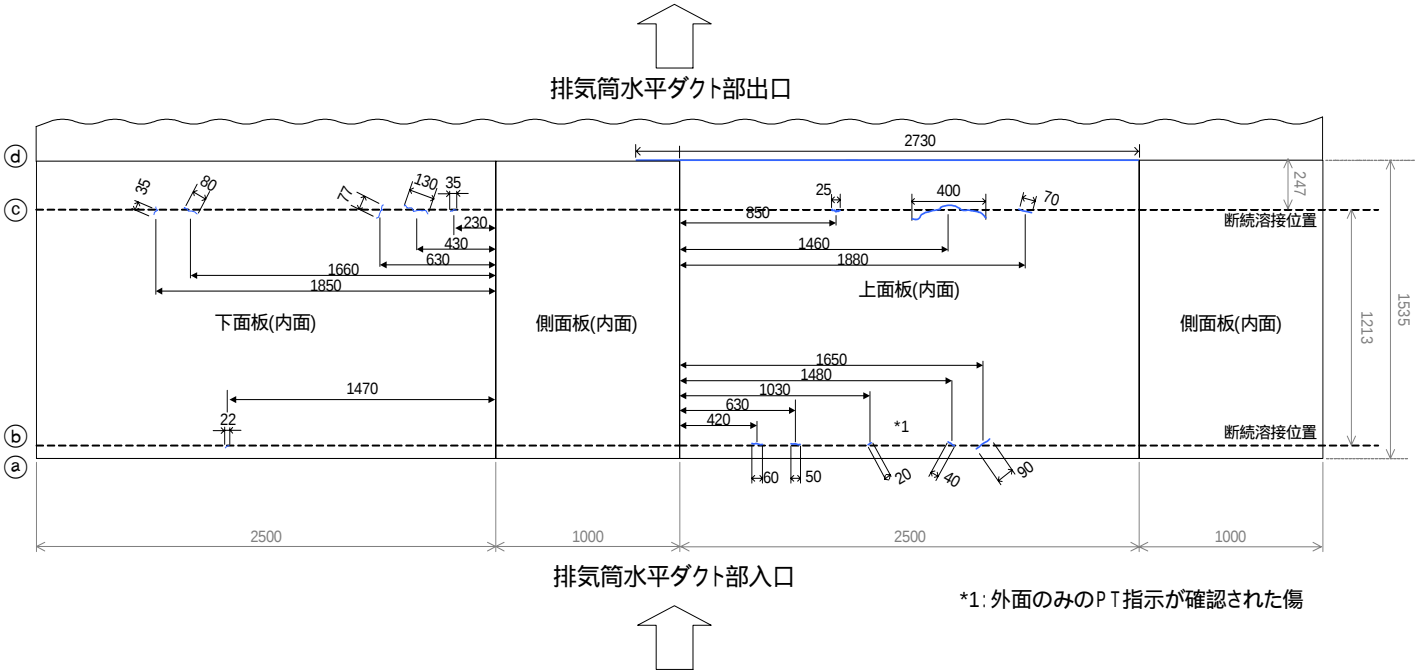
B 部断面図



B 部 (排気筒鉛直ダクト部(ひび割れ ~))
(下部より上部を見る)

排気筒鉛直ダクト部内外面状況調査の結果、5箇所のひび割れを確認した。

補助建家排気筒状況調査結果(水平ダクト部 ひび割れ状況 ～)



ひび割れ
(ダクト内面)



ひび割れ
(ダクト内面)



ひび割れ
(ダクト内面)



ひび割れ
(ダクト内面)

補助建家排気筒状況調査結果(水平ダクト部 ひび割れ状況 ～)



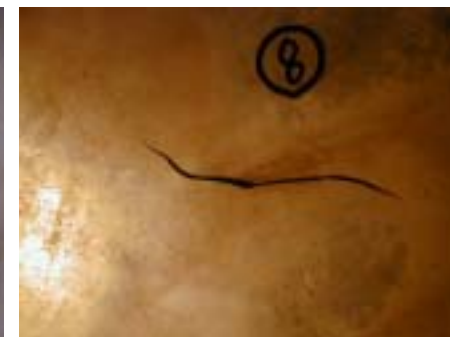
ひび割れ
(ダクト内面)



ひび割れ
(ダクト内面)



ひび割れ
(ダクト内面)



ひび割れ
(ダクト内面)



ひび割れ
(ダクト内面)



ひび割れ
(ダクト内面)



ひび割れ
(ダクト内面)



ひび割れ
(ダクト内面)



ひび割れ
(ダクト内面)

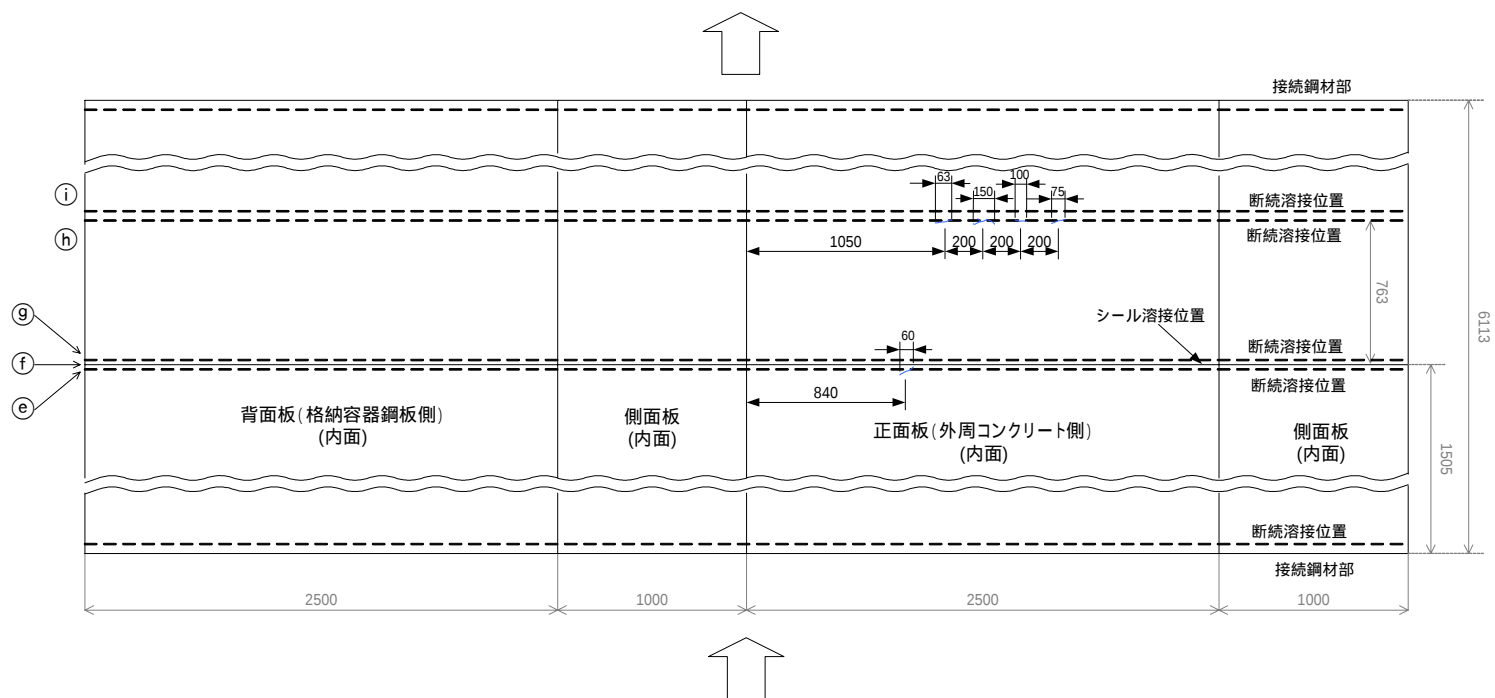


ひび割れ
(ダクト内面)



ひび割れ
(ダクト外面)

補助建家排気筒状況調査結果 (鉛直ダクト部 ひび割れ状況 ~)



ひび割れ
(ダクト内面)



ひび割れ
(ダクト内面)



ひび割れ
(ダクト内面)

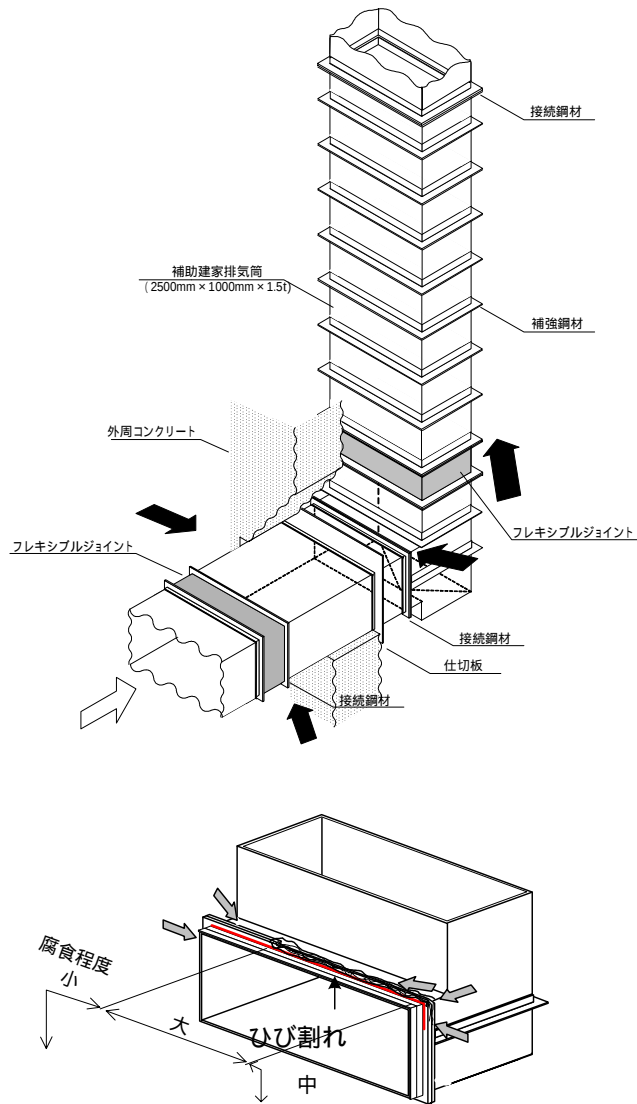


ひび割れ
(ダクト内面)



ひび割れ
(ダクト内面)

補助建家排気筒状況調査結果(外観調査結果)



外面の接続鋼材部の腐食とひび割れの位置



排気筒水平ダクト部
(原子炉補助建家内)



排気筒水平ダクト部
(原子炉補助建家内)



排気筒鉛直ダクト部
(外周コンクリート内側)



排気筒水平・鉛直ダクト部の接続
鋼材部(外周コンクリート内側)



排気筒水平・鉛直ダクト部の接続
鋼材部(外周コンクリート内側)



排気筒水平・鉛直ダクト部の接続
鋼材部(外周コンクリート内側)



排気筒水平・鉛直ダクト部の接続
鋼材部(外周コンクリート内側)

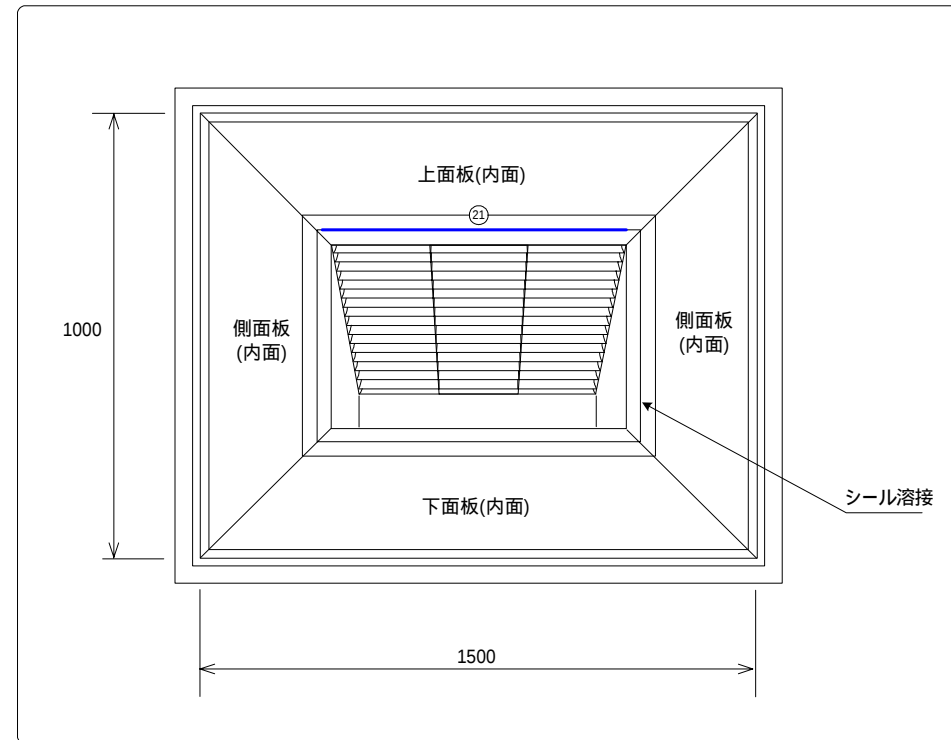
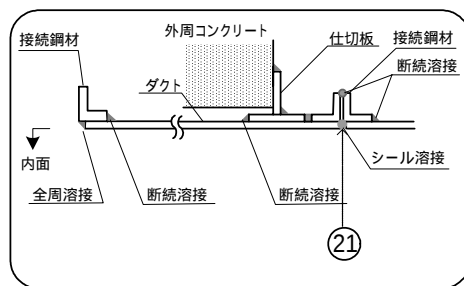
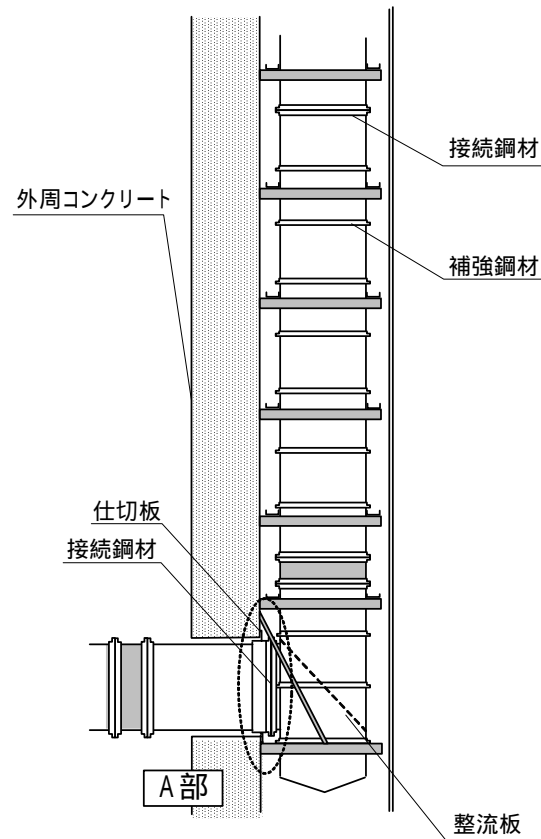


接続鋼材部

排気筒水平・鉛直ダクト部の接続
鋼材部(外周コンクリート内側)

外周コンクリート内側の排気筒水平・鉛直ダクト部の接続鋼材部に著しい腐食が認められ、ひび割れの範囲と、外面の接続鋼材の腐食している範囲がほぼ一致していた。

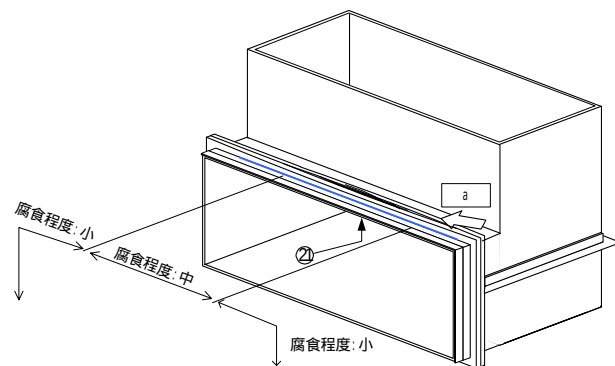
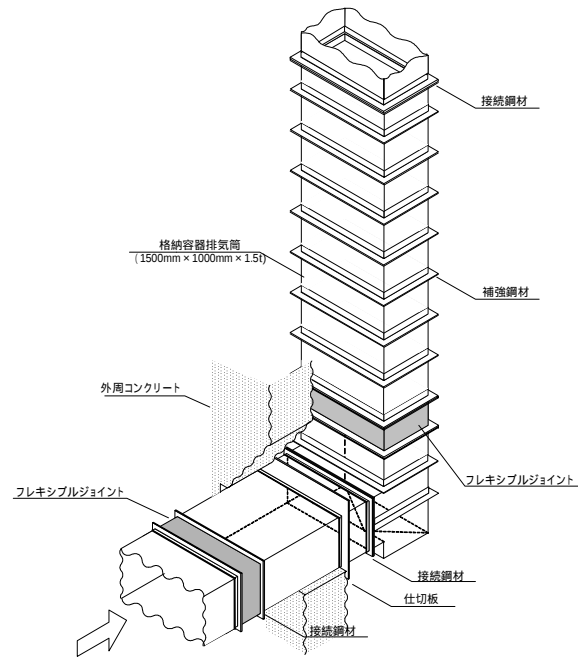
格納容器排気筒状況調査結果(ひび割れ箇所)



A部(排気筒水平ダクト部)
(上流側から下流側を見る)

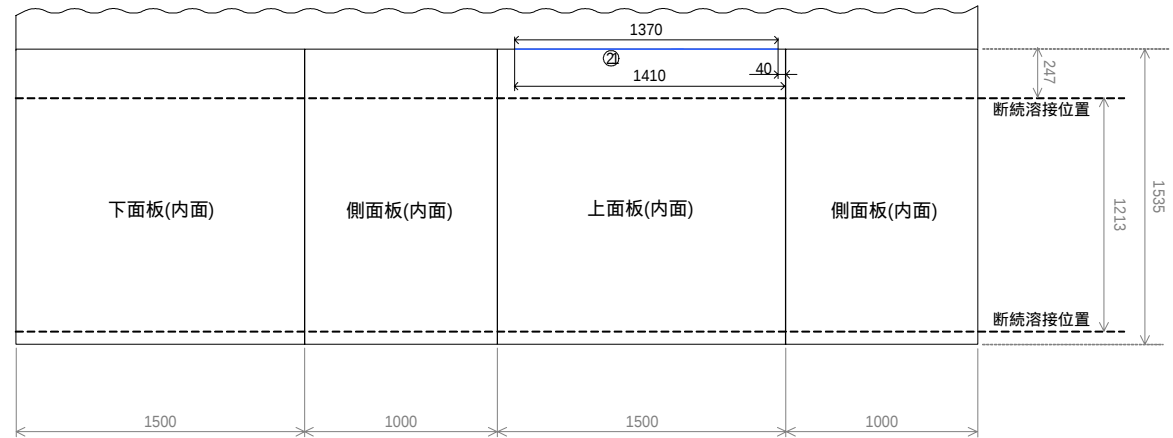
排気筒内外面状況調査の結果、水平ダクト部に1箇所のひび割れを確認した。

格納容器排気筒状況調査結果(ひび割れ②① 状況)



外面の接続鋼材部の腐食とひび割れの位置

排気筒水平ダクト部出口



排気筒水平ダクト部入口



排気筒水平・鉛直ダクト部の接続鋼材部(a視)(外周コンクリート内側)



ひび割れ ②①
(ダクト内面)

外周コンクリート内側の排気筒水平・鉛直ダクト部の接続鋼材部に著しい腐食が認められ、ひび割れ範囲と、当該外面の接続鋼材部の腐食している範囲がほぼ一致していた。

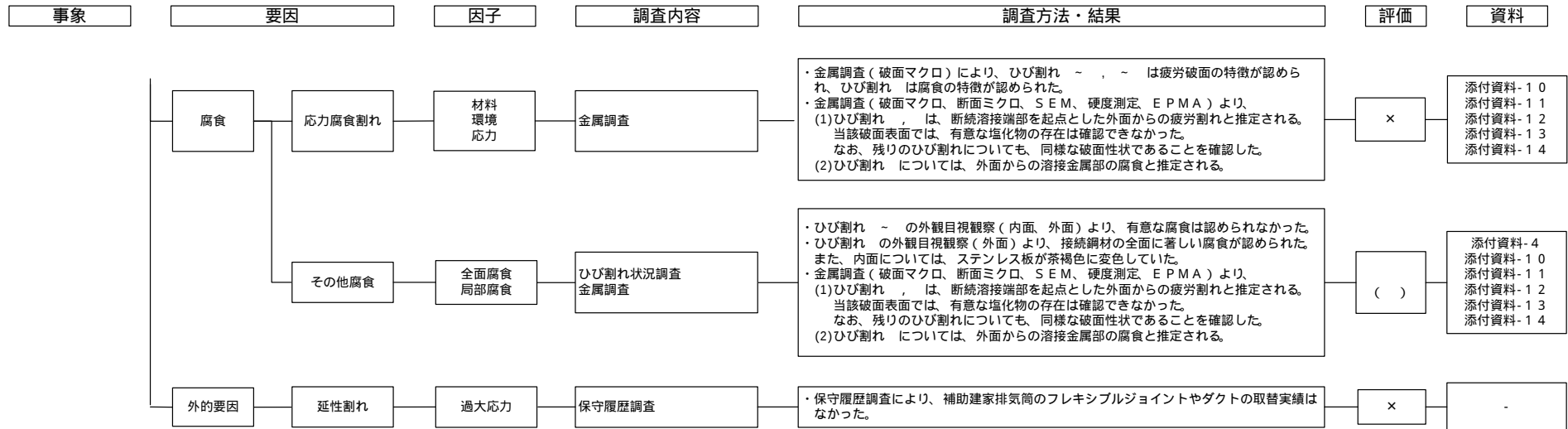
補助建家排気筒のひび割れに係る要因分析図

[備考]
○：可能性あり。
×：可能性なし。

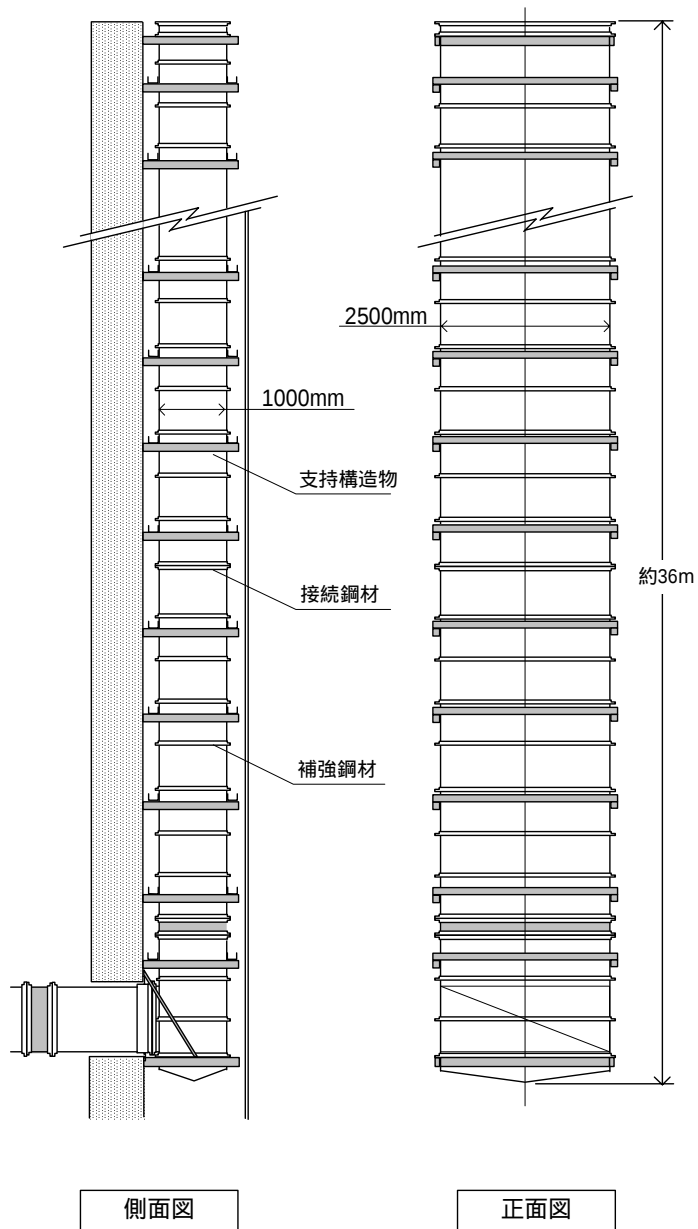


補助建家排気筒のひび割れに係る要因分析図

[備考]
 : 可能性あり。
 × : 可能性なし。



補助建家排気筒の製作・施工調査結果



項 目		調 査 結 果
製作履歴	ダクト(接続鋼材、補強鋼材含む。)支持構造物	外観・据付検査記録を確認した結果、問題は認められなかった。
施工状況	ダクト	寸法、構造を確認した結果、設計仕様どおりであった。
	補強鋼材 接続鋼材	排気筒水平ダクト部の補強鋼材の間隔を確認した結果、約1,400mmであり、他の部位より間隔が長かった。調査の結果、当初設計では、現行の接続鋼材間の外周コンクリート貫通部内に補強鋼材が取り付けられる予定であったが、外周コンクリート貫通部が狭隘であったことから、現場設置の段階で補強鋼材のないものを使用していた。
	支持構造物	排気筒鉛直ダクト部の支持構造物の施工状況を確認した結果、支持構造物が適切に取付けられていた。
	その他	フレキシブルジョイント位置等を確認した結果、適切であった。

・製作記録を調査した結果、排気筒の製作に問題は認められなかった。
・排気筒水平ダクト部の補強鋼材の間隔を確認した結果、約1,400mmであり、他の部位より間隔が長かった。

補助建家排気筒の材料調査結果

○ダクト部鋼板 (材料証明書)

単位:重量%

項 目	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr
規格値 (SUS304)	MAX 0.08	MAX 1.00	MAX 2.00	MAX 0.040	MAX 0.030	8.00 ~ 10.50	18.00 ~ 20.00
材料証明書記載値	0.06	0.50	0.93	0.032	0.013	9.06	18.47

項 目	引張強さ (kg/mm ²)	伸び (%)	硬さ
規格値 (SUS304)	MIN 53	MIN 40	MAX HV200
材料証明書記載値	62.8	59.4	154

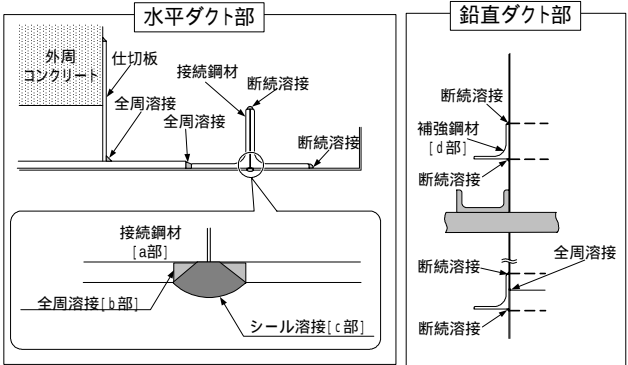
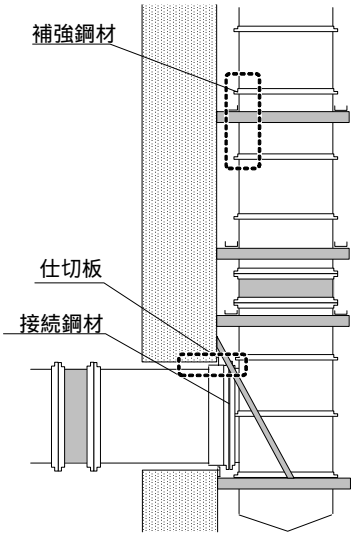
○接続鋼材、補強鋼材、溶接金属 (E P M A分析結果)

単位:重量%

部 位	Fe	Cr	Ni	その他	備 考
接続鋼材 [a部]	92.6	0.2	0.4	6.8	ひび割れ 近傍の接続鋼材
溶接金属 (全周溶接) [b部]	66.1	16.0	10.1	7.8	ひび割れ のダクト部鋼板と接続鋼材との溶接部
溶接金属 (シール溶接) [c部]	89.0	1.8	1.3	7.9	ひび割れ のシール溶接部
補強鋼材 [d部]	84.9	0.2	0.3	14.6	ひび割れ 近傍の補強鋼材

(参考)

項 目	Fe	Cr	Ni	その他
溶接用ステンレス鋼(Y309 規格値)	Bal.	23.00 ~ 25.00	12.00 ~ 14.00	MAX3.33
炭素鋼(SS41 規格値)	Bal.	-	-	MAX0.10



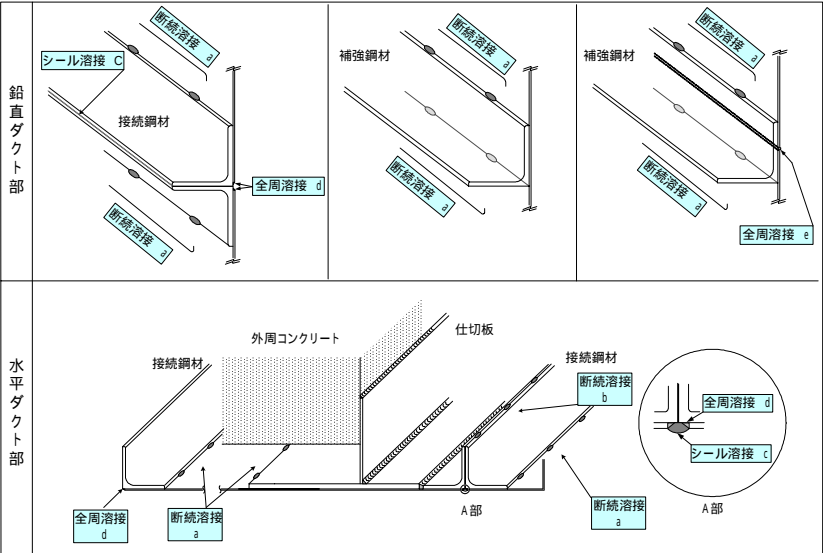
ダクト部鋼板の材料を材料証明書により調査した結果、規格値を満足していた。

E P M Aによる材料調査を実施した結果、設計仕様どおりであった。

- ・接続鋼材および補強鋼材は、ステンレス鋼の成分元素である Cr および Ni が、微量しか検出されていないため、炭素鋼であると推定される。
- ・接続鋼材とダクト部鋼板との溶接金属は、ステンレス鋼の成分元素である Cr および Ni が十分存在するため、ステンレス鋼であると推定される。
- ・接続鋼材部のシール溶接金属は、ステンレス鋼の成分元素である Cr および Ni が、微量しか検出されていないため、炭素鋼であると推定される。

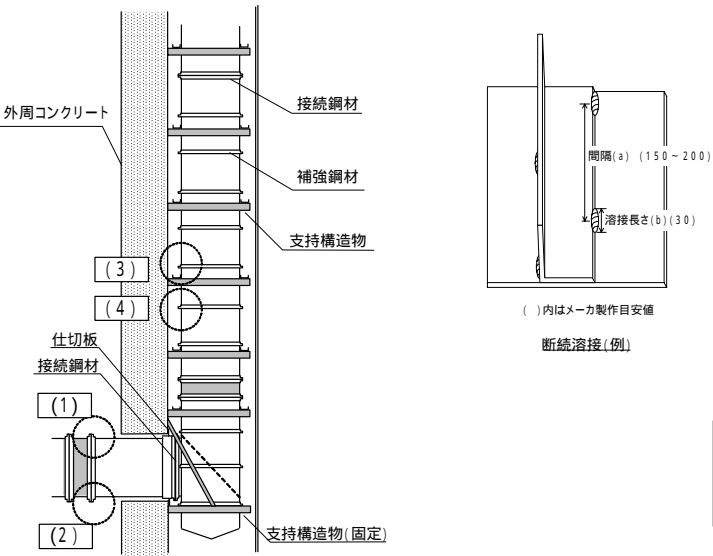
補助建家排気筒の溶接施工状況調査結果

○ 施工方法



箇所		方 法	
a	ダクト部鋼板と接続鋼材または補強鋼材または仕切板	断続溶接	当該溶接は、ダクト部鋼板と接続鋼材等を接合するためのもので、強度をもたせた溶接ではなく、また、ダクト厚さが1.5mmと薄いため、溶接ひずみによるダクトの変形防止のため、断続溶接としている。
b	接続鋼材と接続鋼材(外面)		当該溶接は、接続鋼材部内面にてシール溶接をする場合、外面にて断続溶接としている。
c	接続鋼材と接続鋼材(外面または内面)	シール溶接	当該溶接は、接続鋼材部の漏えい防止のため、外面または内面にてシール溶接としている。
d	ダクト部鋼板と接続鋼材	全周溶接	当該溶接は、ダクト部鋼板と接続鋼材との接続部の漏えい防止のため、全周溶接としている。
e	ダクト部鋼板とダクト部鋼板	全周溶接	当該溶接は、ダクト部鋼板とダクト部鋼板の接続部の漏えい防止のため、全周溶接としている。

溶接施工方法

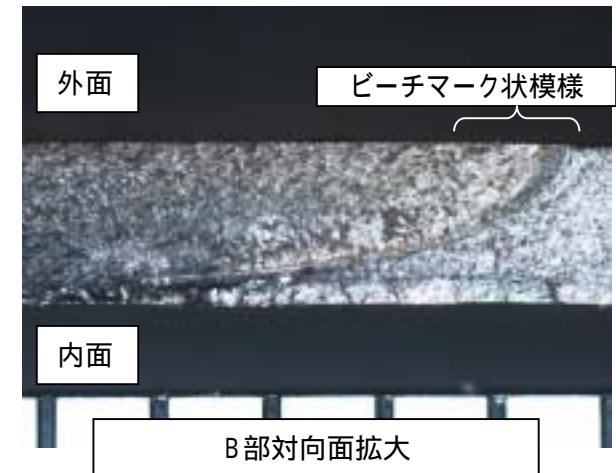
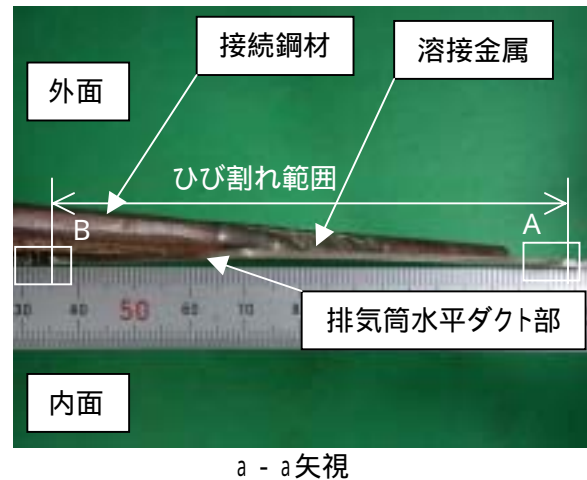
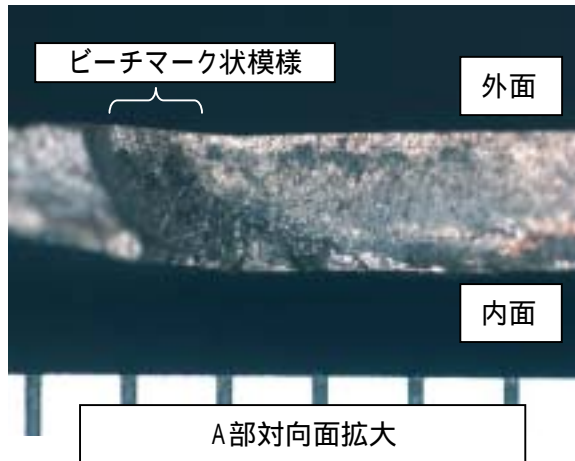
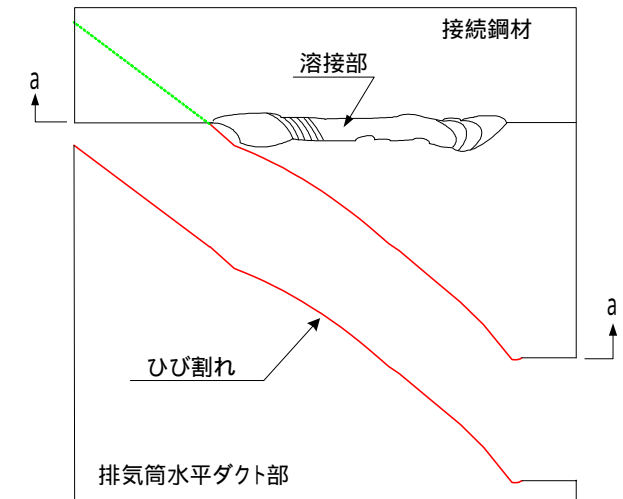


○ 施工状況(断続溶接)

ひび割れ発生部位			箇所数	計測結果	
水平ダクト部 : 接続鋼材とダクト部鋼板と の断続溶接部	上面	(1)	13	(a) (b)	202.5 ~ 210 35 ~ 45
	下面	(2)	13	(a) (b)	200 ~ 217.5 35 ~ 50
鉛直ダクト部 : 補強鋼材とダクト部鋼板と の断続溶接部	-	(3)	13	(a) (b)	200 ~ 208.5 26 ~ 35
		(4)	13	(a) (b)	172.5 ~ 225 25 ~ 40

現地施工状況調査等により、施工方法に問題は認められなかった。
また、ひび割れの確認された断続溶接部は、施工上の目安の間隔、溶接長さで施工されていた。

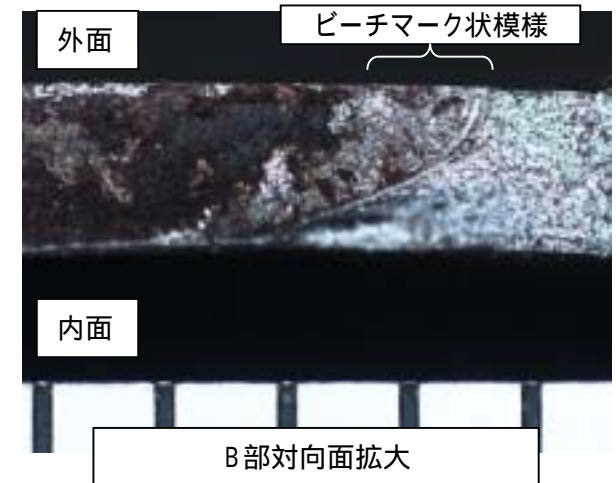
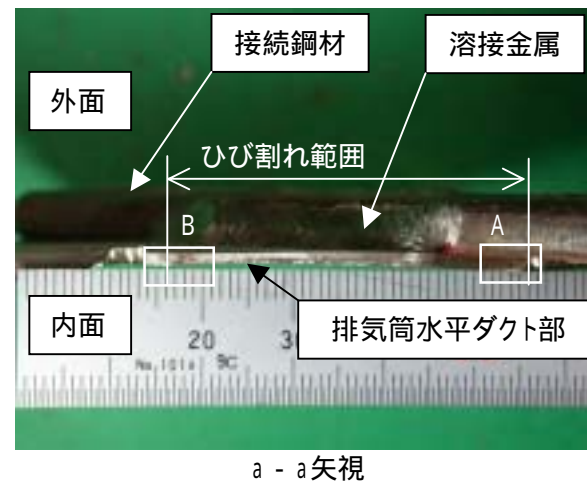
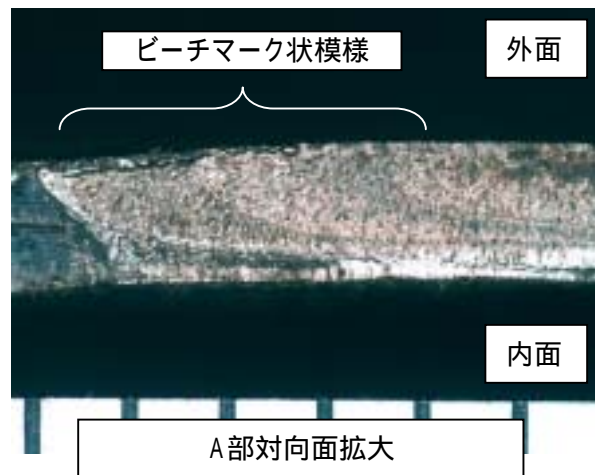
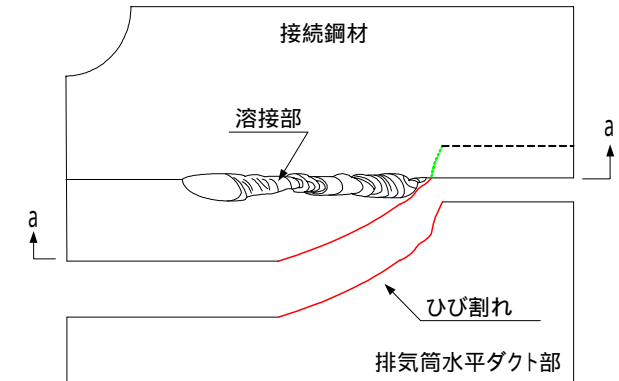
破面マクロ観察結果(ひび割れ)



【観察結果】

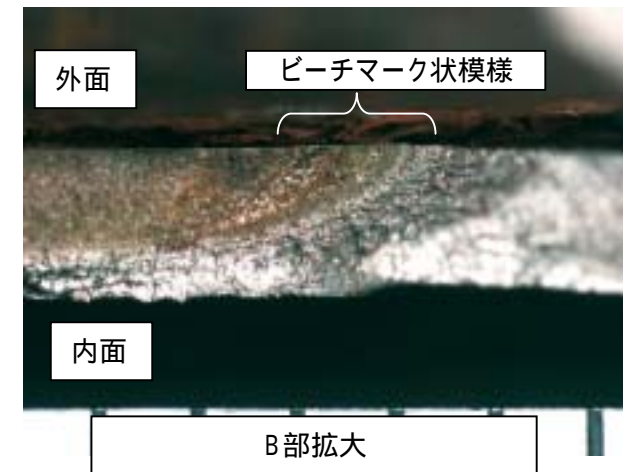
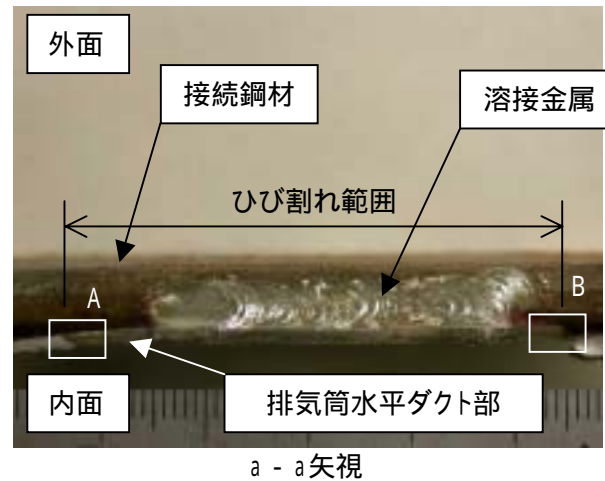
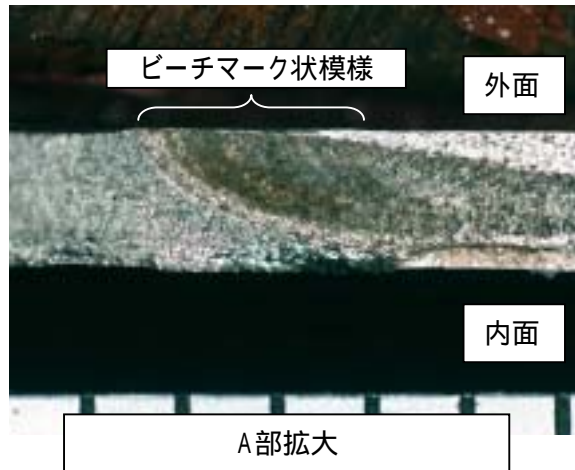
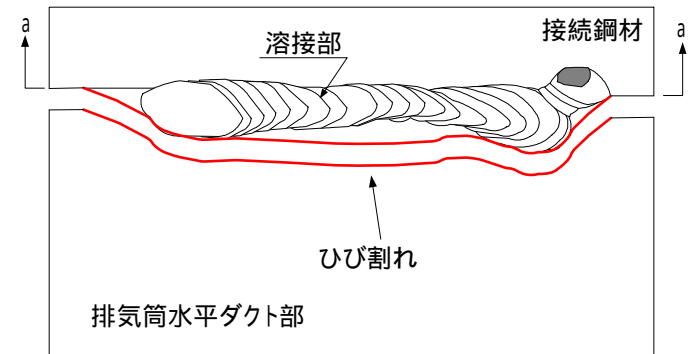
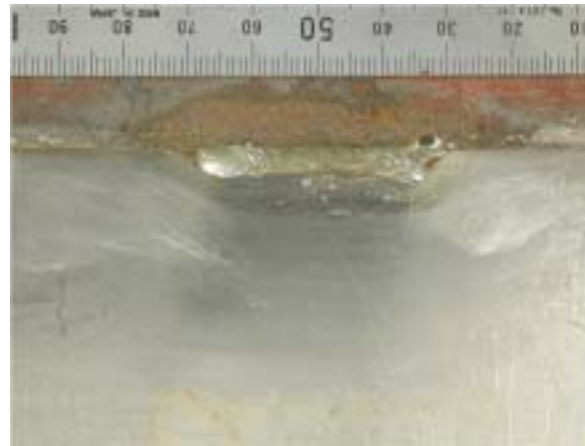
- ・ひび割れは貫通していた。
- ・ひび割れは溶接端部を通過していた。
- ・ひび割れの各先端部前縁は外面側が大きい半楕円形状である。
- ・破面にはビーチマーク状の模様が認められた。
- ・破面は平坦である。

破面マクロ観察結果(ひび割れ)



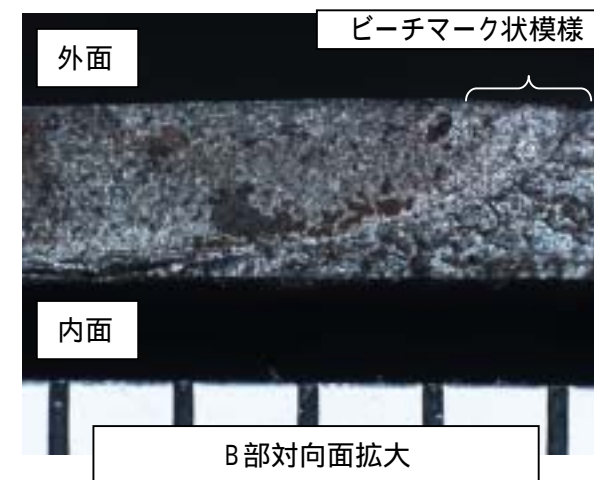
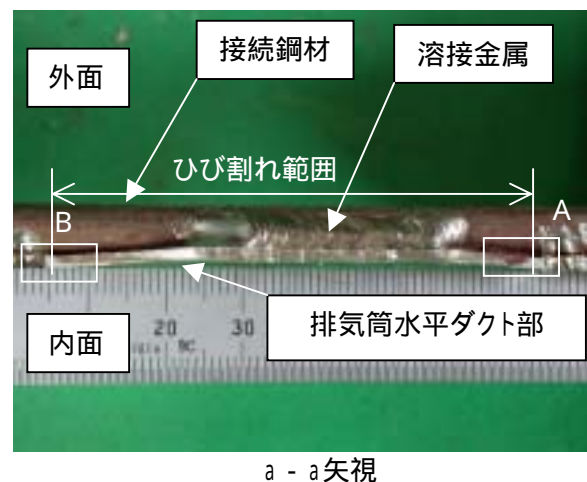
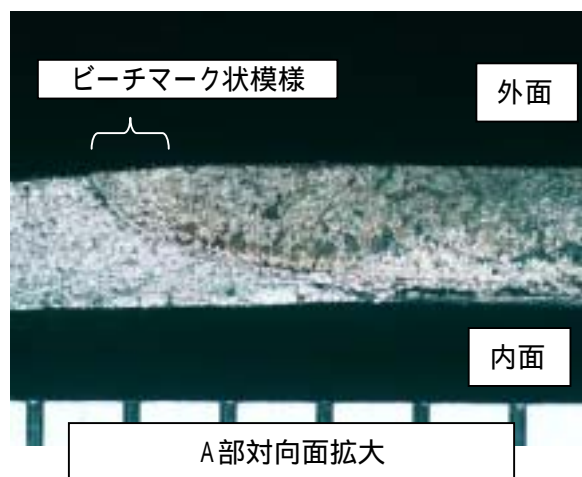
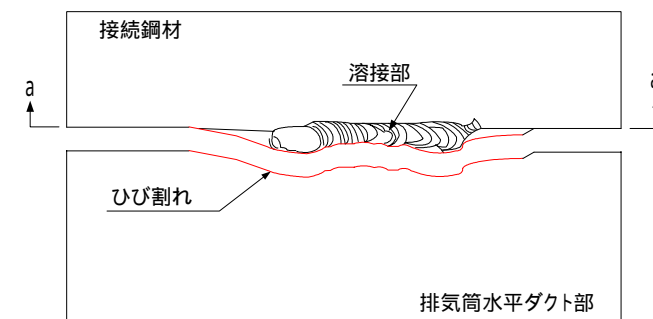
- 【観察結果】
- ・ひび割れは貫通していた。
 - ・ひび割れは溶接端部を通過していた。
 - ・ひび割れの各先端部前縁は外面側が大きい半楕円形状である。
 - ・破面にはビーチマーク状の模様が認められた。
 - ・破面は平坦である。

破面マクロ観察結果(ひび割れ)



- 【観察結果】
- ・ひび割れは貫通していた。
 - ・ひび割れは溶接端部を通過していた。
 - ・ひび割れの各先端部前縁は外面側が大きい半楕円形状である。
 - ・破面にはビーチマーク状の模様が認められた。
 - ・破面は平坦である。

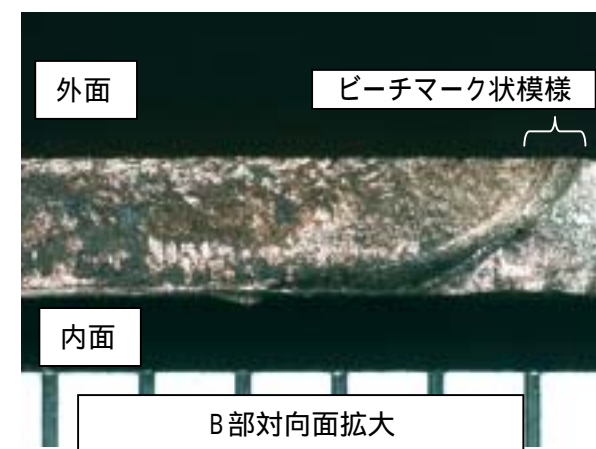
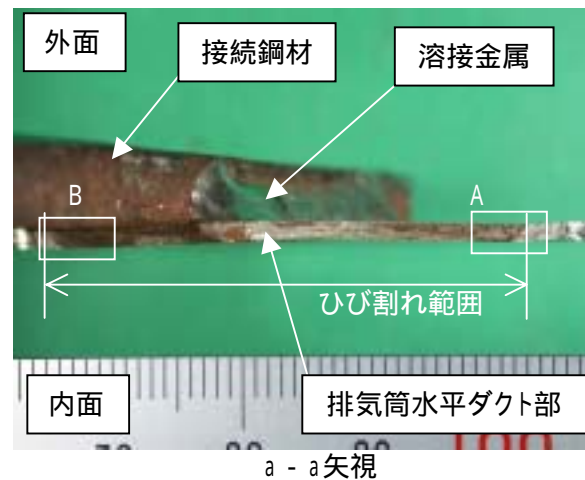
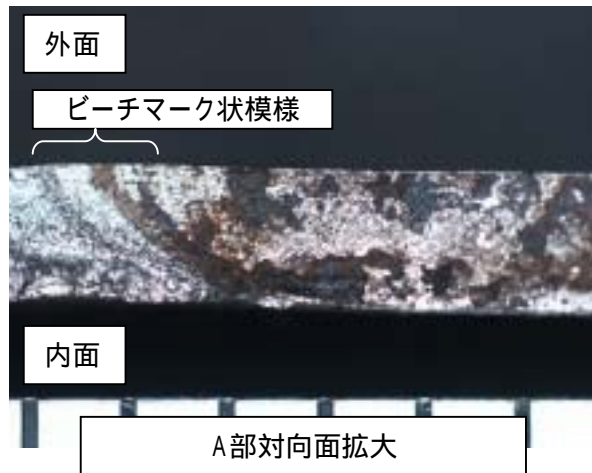
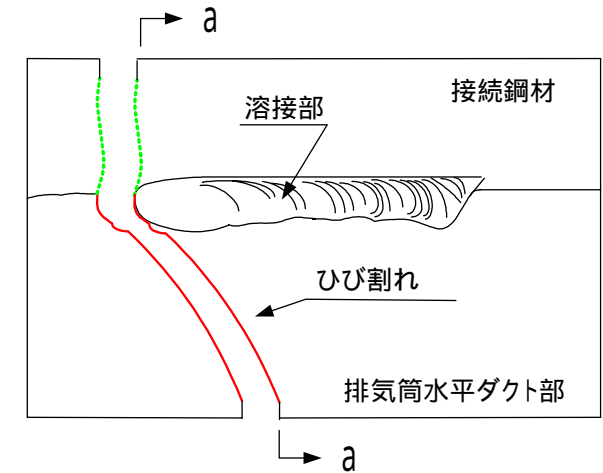
破面マクロ観察結果(ひび割れ)



【観察結果】

- ・ひび割れは貫通していた。
- ・ひび割れは溶接端部を通過していた。
- ・ひび割れの各先端部前縁は外面側が大きい半楕円形状である。
- ・破面にはビーチマーク状の模様が認められた。
- ・破面は平坦である。

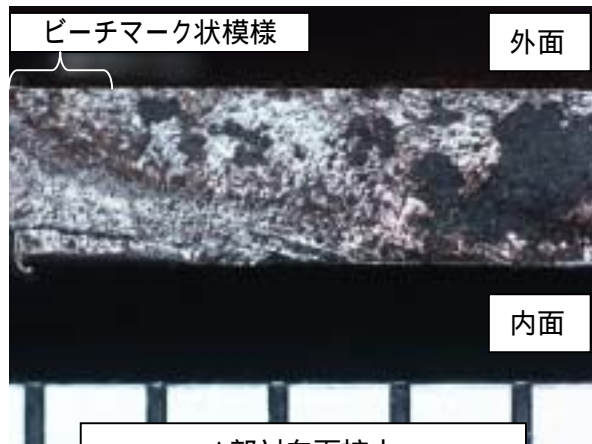
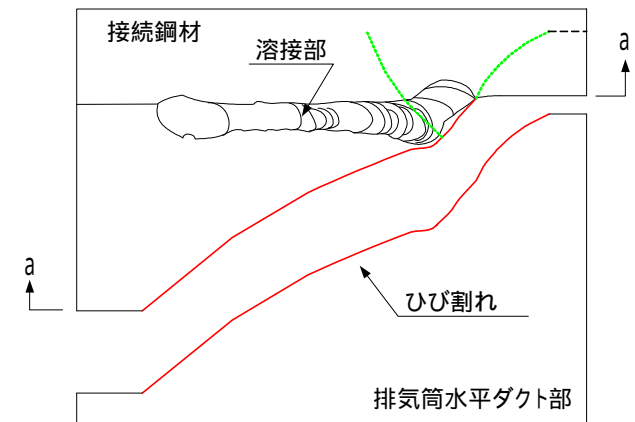
破面マクロ観察結果(ひび割れ)



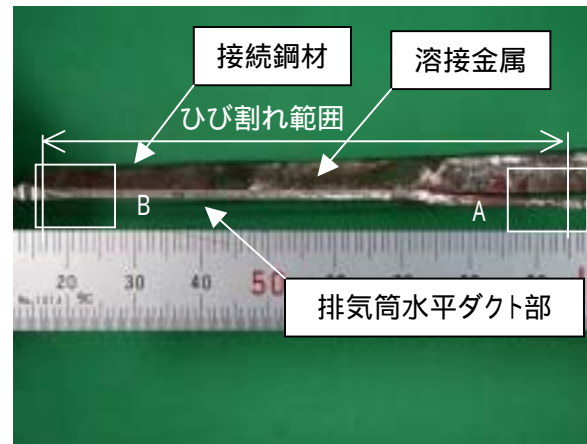
【観察結果】

- ・ひび割れは貫通していた。
- ・ひび割れは溶接端部を通過していた。
- ・ひび割れの各先端部前縁は外面側が大きい半楕円形状である。
- ・破面にはビーチマーク状の模様が認められた。
- ・破面は平坦である。

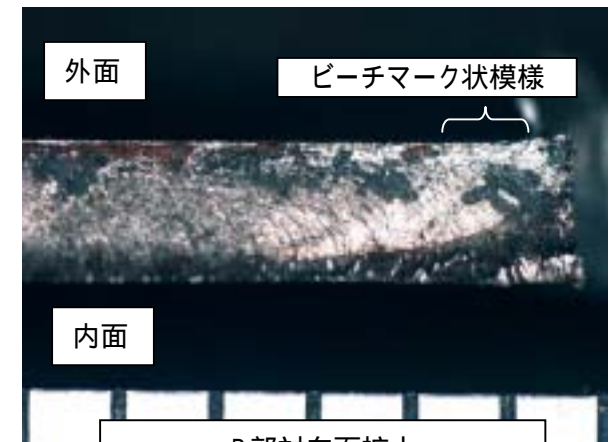
破面マクロ観察結果(ひび割れ)



A部対向面拡大



a - a 矢視

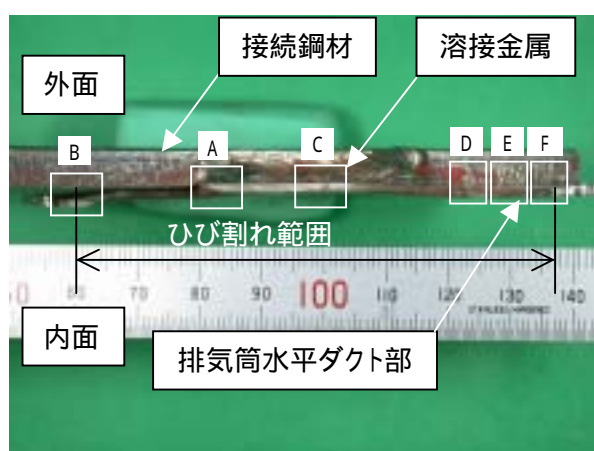
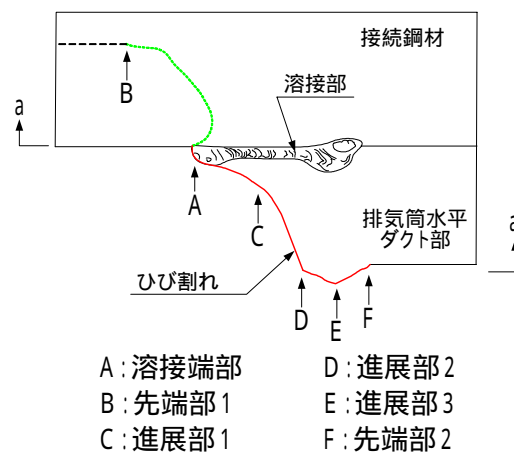
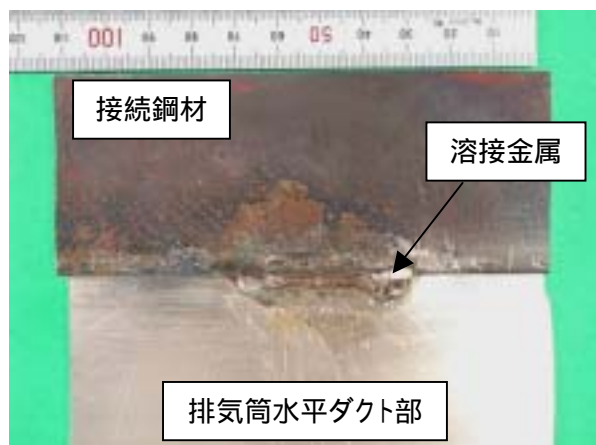


B部対向面拡大

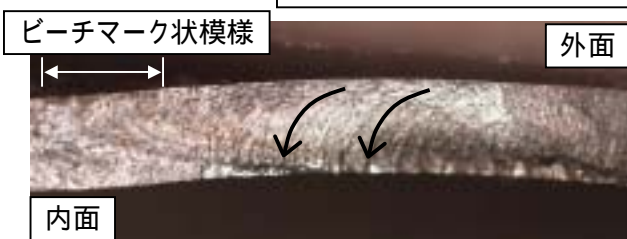
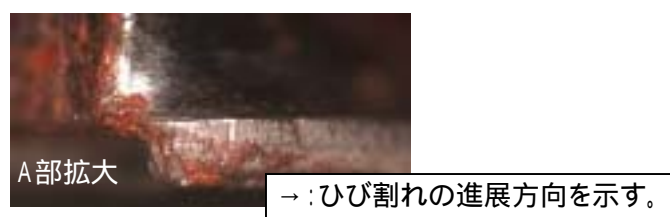
【観察結果】

- ・ひび割れは貫通していた。
- ・ひび割れは溶接端部を通過していた。
- ・ひび割れの各先端部前縁は外面側が大きい半楕円形状である。
- ・破面にはビーチマーク状の模様が認められた。
- ・破面は平坦である。

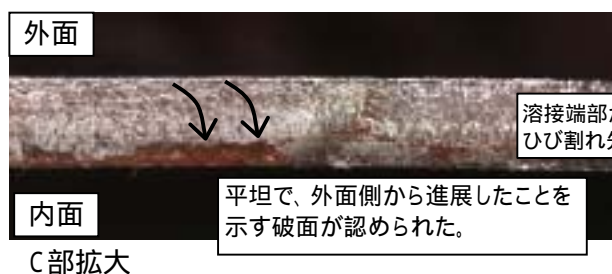
破面マクロ観察結果(ひび割れ)



a - a 矢視



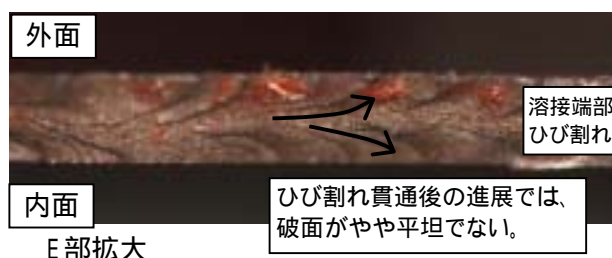
B部拡大



C部拡大



D部拡大



E部拡大

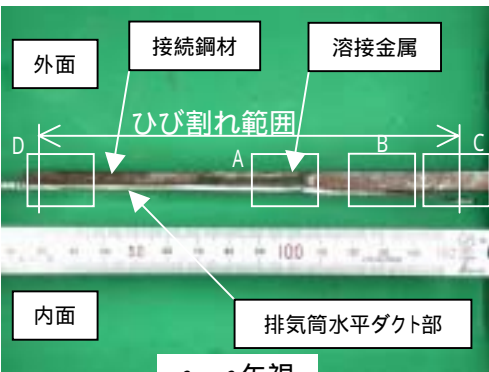


F部拡大

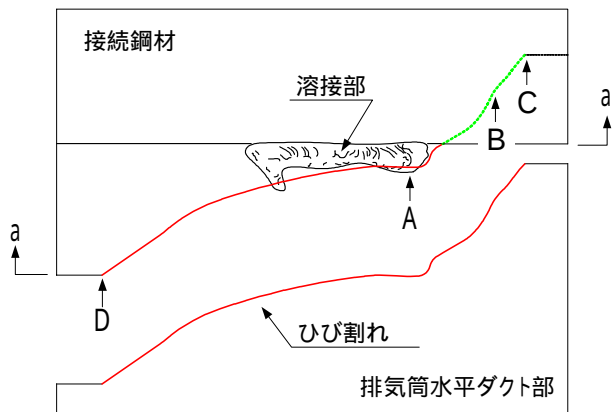
【観察結果】

- ・ひび割れは貫通していた。
- ・ひび割れは溶接端部を通っていた。
- ・ひび割れの発生は、外面側が大きい半楕円形状で開始し、進展も外面側からであった。
- ひび割れ貫通後の進展では、内外面側からの進展が競合する部位(D - E間: 進展部)及び内面側からの進展に移行する部位(F: 先端部2)が観察された。
- ・破面は平坦である。(一部(D - E間: 進展部)ひび割れ貫通後の進展では、やや平坦でない破面が観察された。)
- ・破面にはビーチマーク状の模様が認められた。

破面マクロ観察結果(ひび割れ)

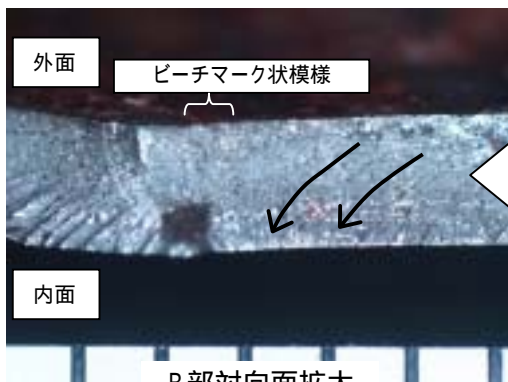


a - a 矢視

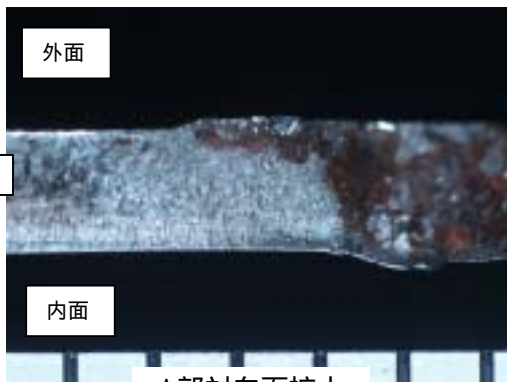


A : 溶接端部 C : 先端部1
B : 進展部 D : 先端部2

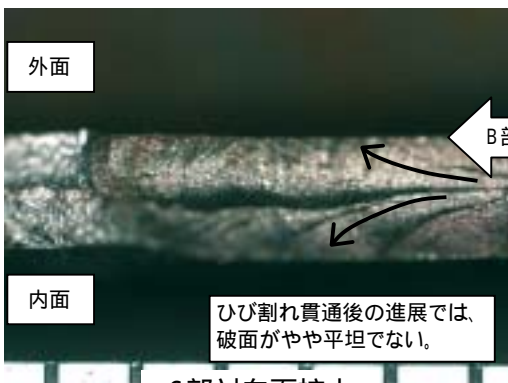
← : 金属組織の流れ方向 (ひび割れの進展方向) を示す



B 部対向面拡大



A 部対向面拡大



C 部対向面拡大

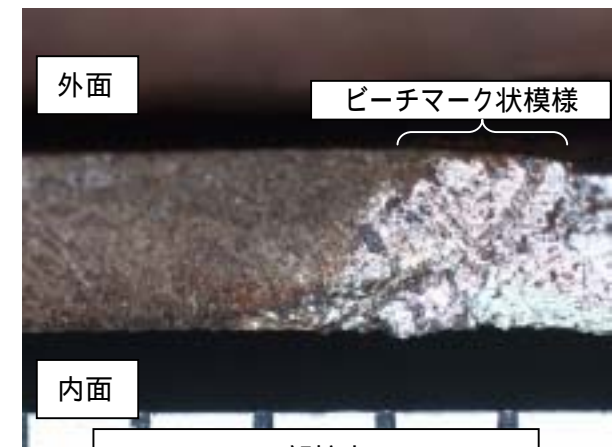
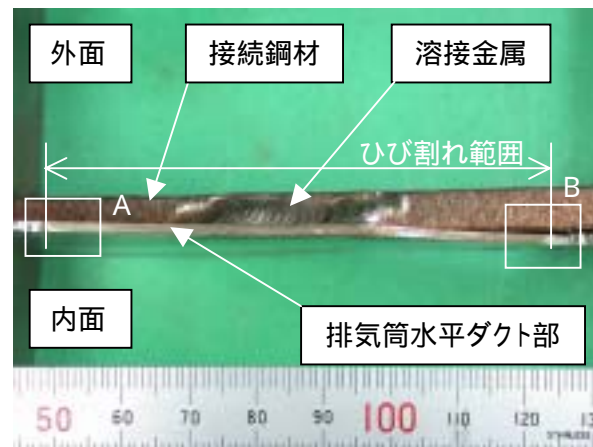
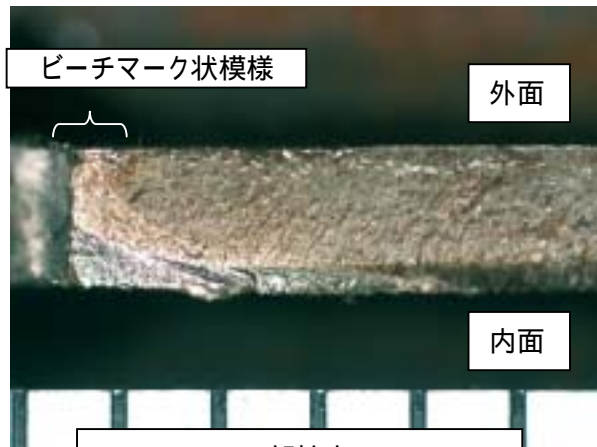
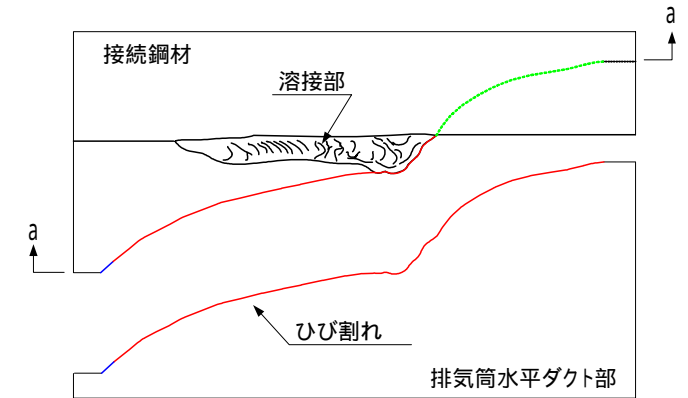


D 部対向面拡大

【観察結果】

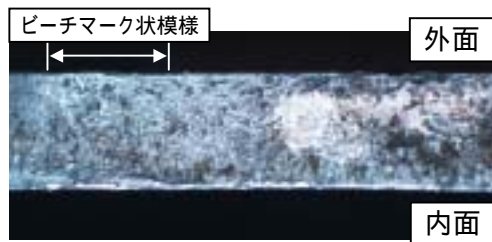
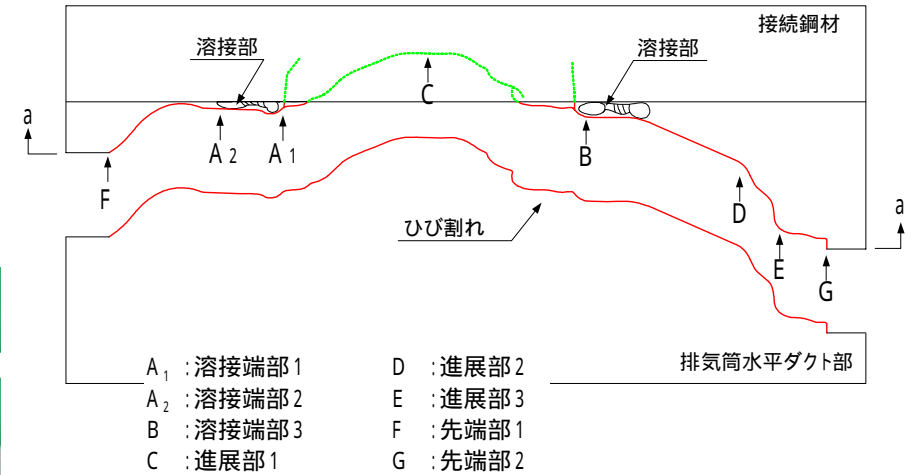
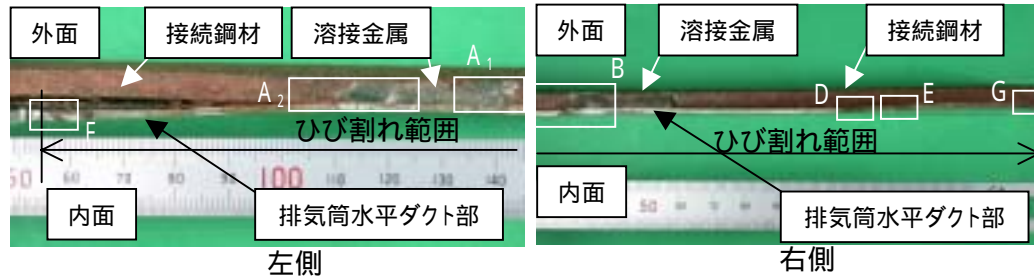
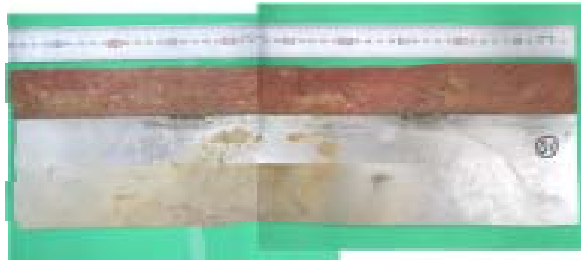
- ・ひび割れは溶接端部(終端部)を通過していた。
- ・ひび割れは貫通していた。
- ・ひび割れ発生は、外面側が大きい半楕円形状で開始し、進展も外面側からであった。(外面側からの進展を示すビーチマーク状の模様が観察された。)
- ひび割れ貫通後の進展では、内外面側からの進展が競合する部位(C部:先端部1)が観察された。
- ・破面は平坦である。(一部(C部:先端部1)、ひび割れ貫通後の進展では、やや平坦ではない破面が観察された。)

破面マクロ観察結果(ひび割れ)



- 【観察結果】
- ・ひび割れは貫通していた。
 - ・ひび割れは溶接端部を通過していた。
 - ・ひび割れの各先端部前縁は外面側が大きい半楕円形状である。
 - ・破面にはビーチマーク状の模様が認められた。
 - ・破面は平坦である。

破面マクロ観察結果(ひび割れ)(1 / 2)



C部対向面拡大



A₁部対向面拡大



A₂部対向面拡大

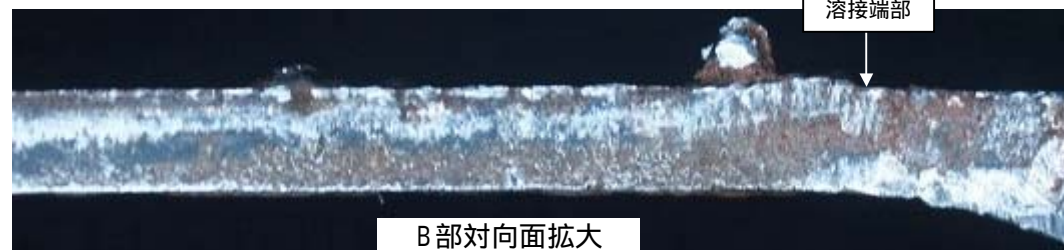
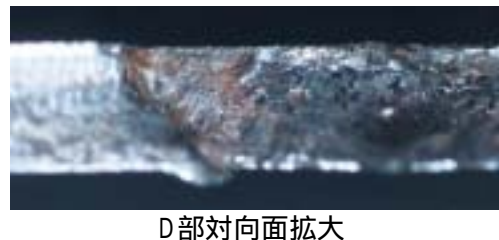
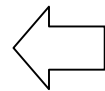
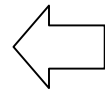
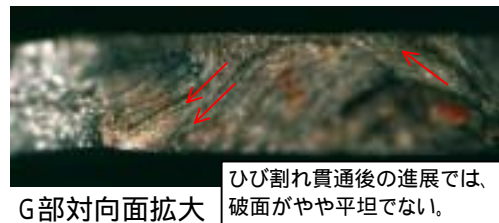
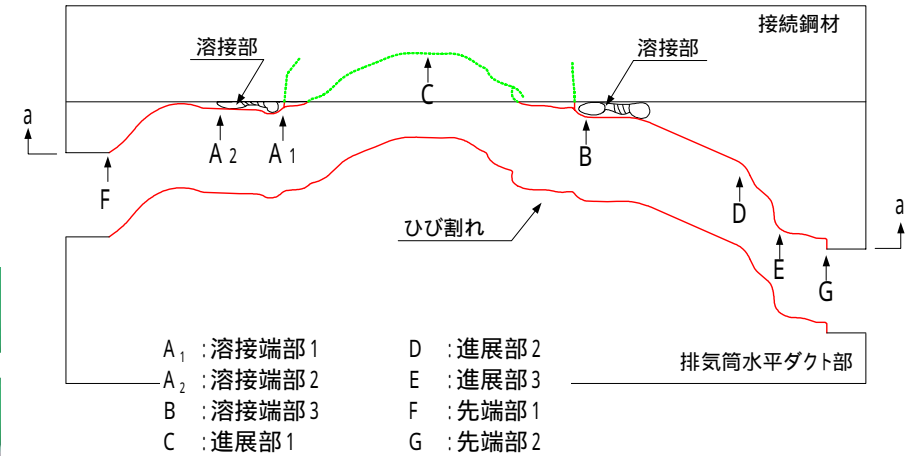
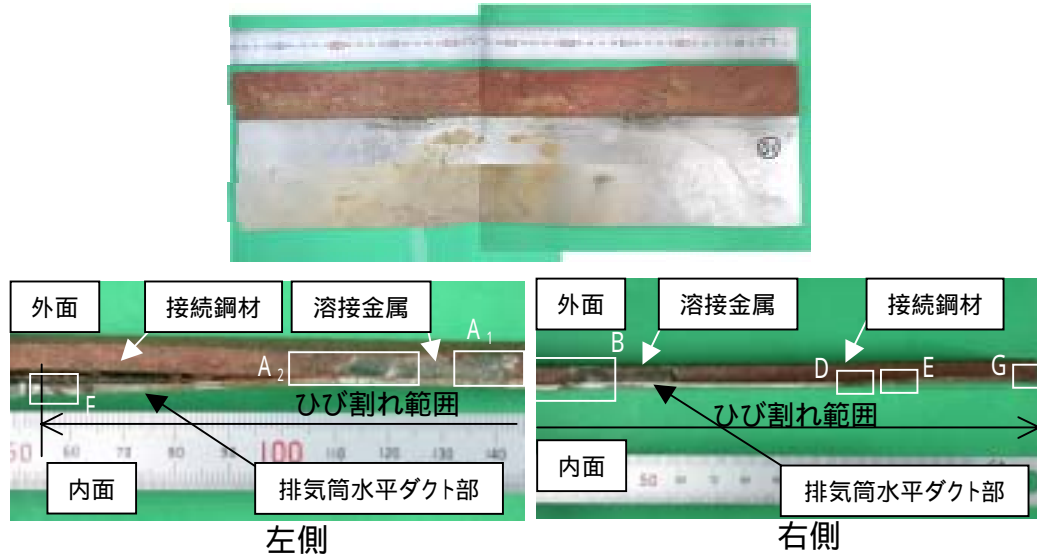


F部対向面拡大

【観察結果】

- ・ひび割れは貫通していた。
- ・ひび割れは溶接端部を通過していた。
- ・進展部1(C部)および先端部1(F部)では、ひび割れの先端部(進展部)前縁は外面側が大きい半楕円形状である。
- ・破面にはビーチマーク状の模様が認められた。
- ・破面は平坦であった。

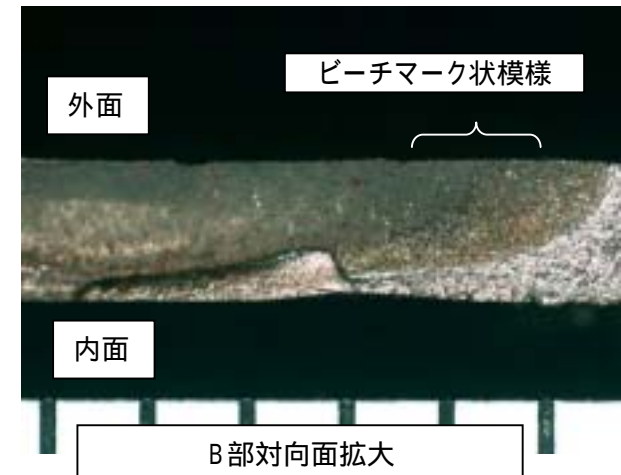
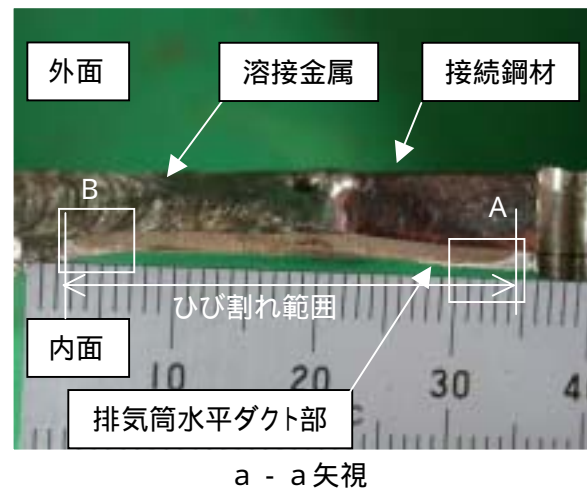
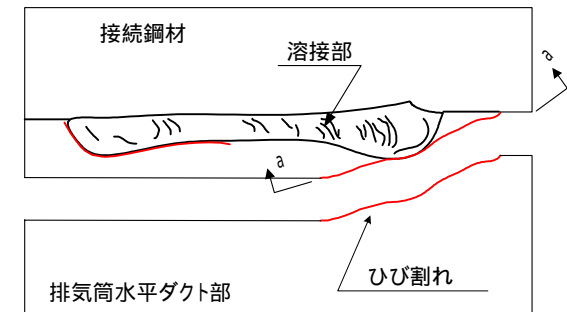
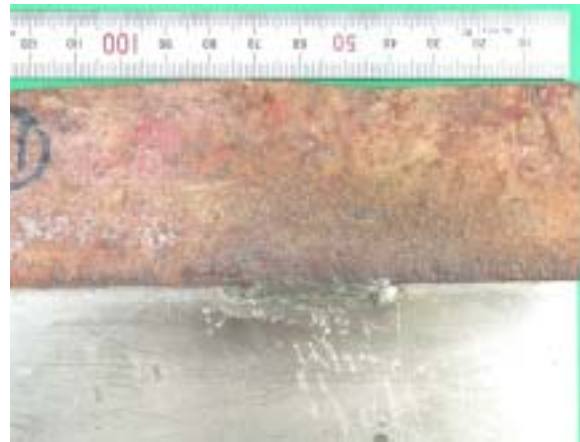
破面マクロ観察結果(ひび割れ) (2 / 2)



【観察結果】

- ・ひび割れは貫通していた。
- ・ひび割れは溶接端部を通過していた。
- ・進展部2 (D部) では、ひび割れの進展部前縁は外面側が大きい半楕円形状である。
- ・先端部2 (G部) では、内外面からの進展が競合する部位が観察された。
- ・溶接端部付近の破面は平坦であるが、ひび割れ貫通後の進展では、やや平坦ではない破面が観察された。

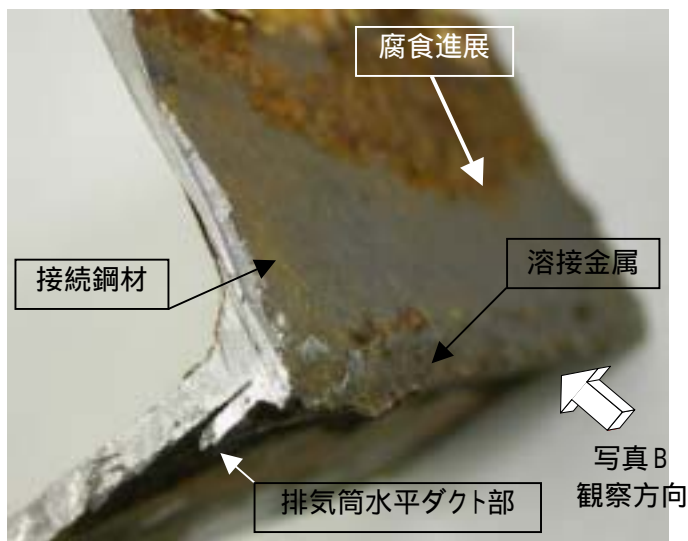
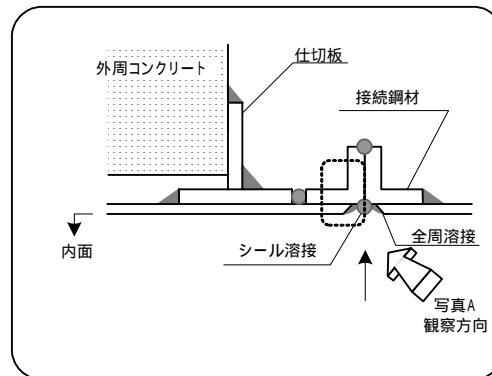
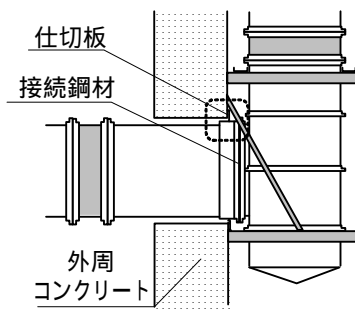
破面マクロ観察結果(ひび割れ)



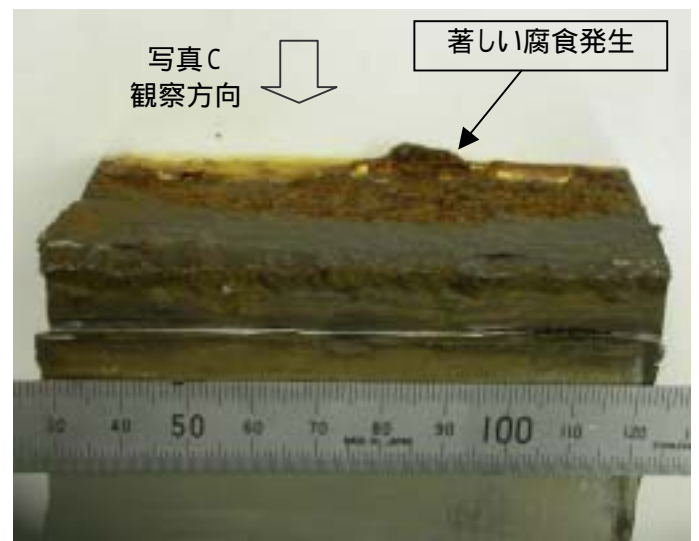
【観察結果】

- ・ひび割れは貫通していた。
- ・ひび割れは溶接端部を通っていた。
- ・ひび割れの各先端部前縁は外面側が大きい半楕円形状である。
- ・破面にはビーチマーク状の模様が認められた。
- ・破面は平坦である。

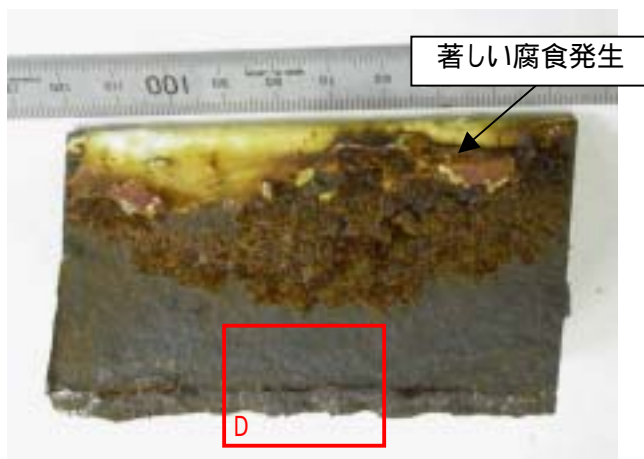
破面マクロ観察結果(ひび割れ)



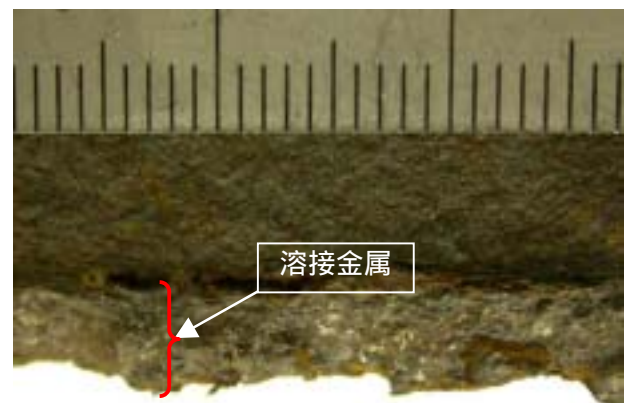
写真A



写真B



写真C

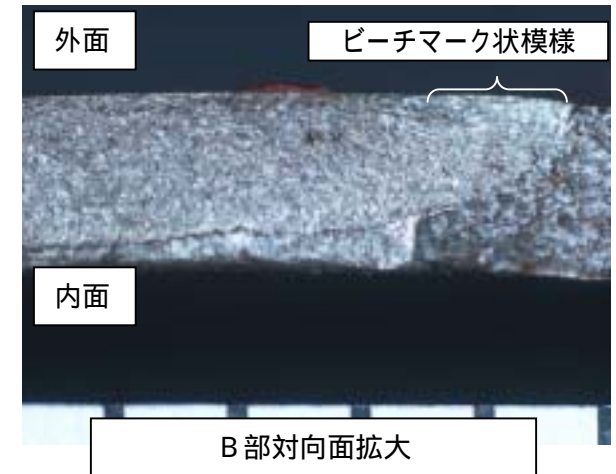
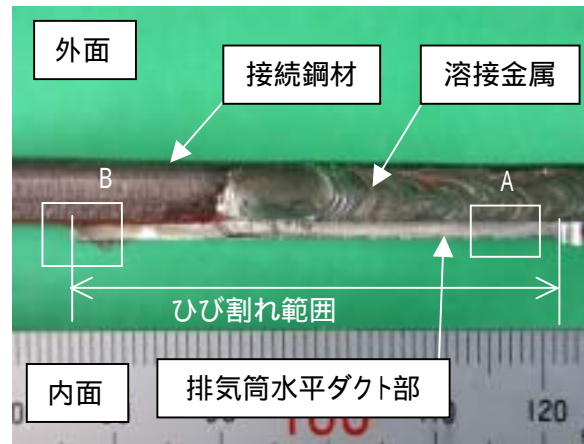
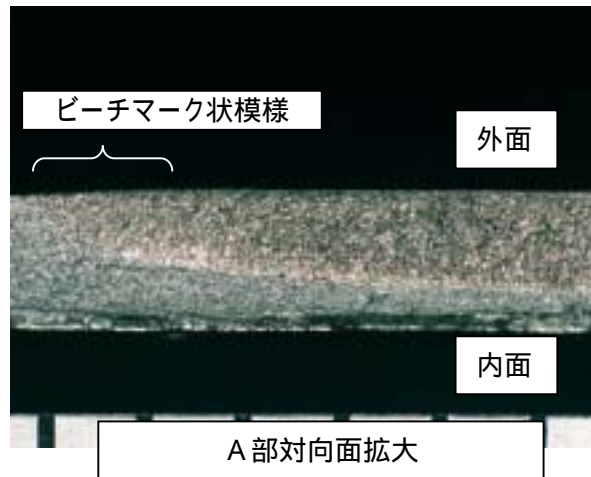
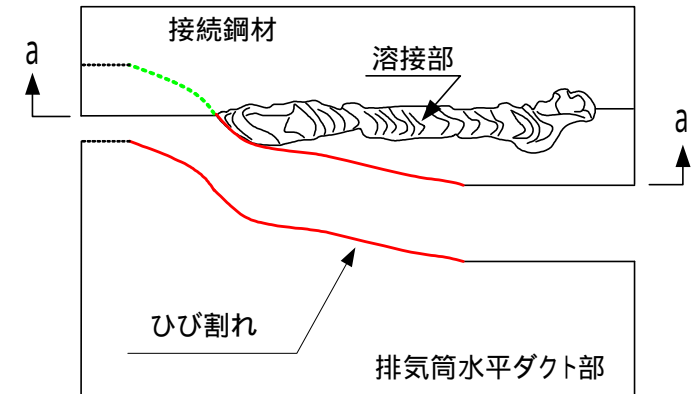


D部拡大

【観察結果】

- ・ひび割れ は、溶接金属のほぼ中央を貫通しており、破面表面は腐食により変色している。
- ・シール溶接金属部の接続鋼材も著しい腐食を受けている。

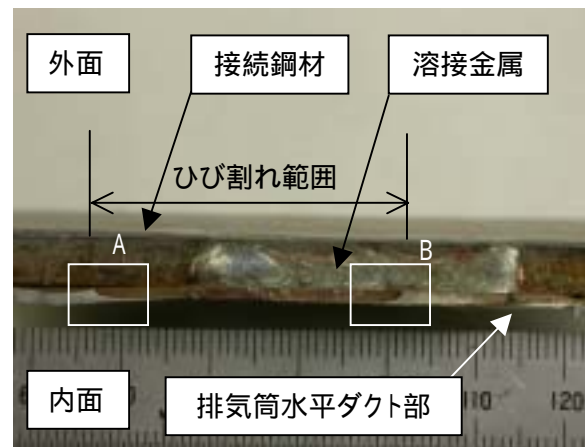
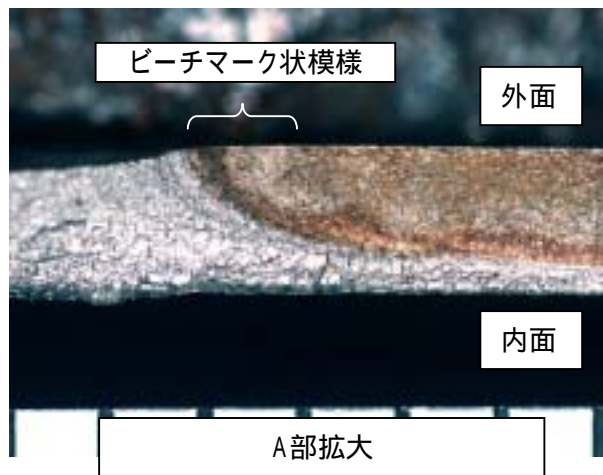
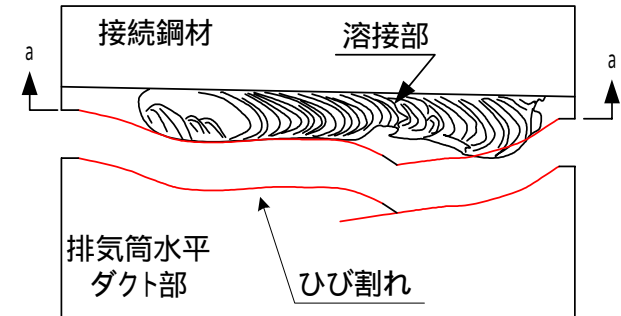
破面マクロ観察結果(ひび割れ)



【観察結果】

- ・ひび割れは貫通していた。
- ・ひび割れは溶接端部を通過していた。
- ・ひび割れの各先端部前縁は外面側が大きい半楕円形状である。
- ・破面にはビーチマーク状の模様が認められた。(腐食等の影響でやや不明瞭となっている。)
- ・破面は平坦である。

破面マクロ観察結果(ひび割れ)

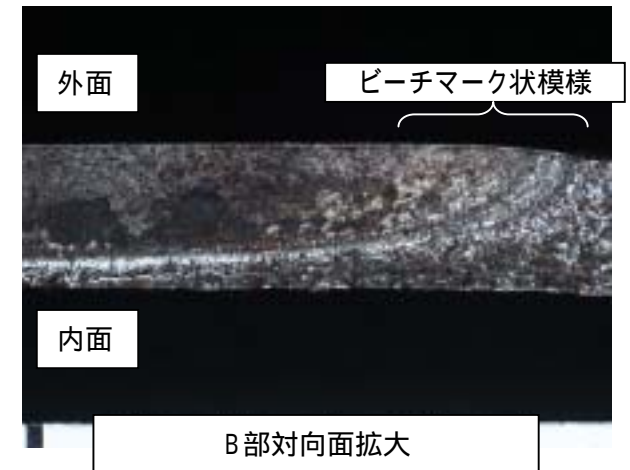
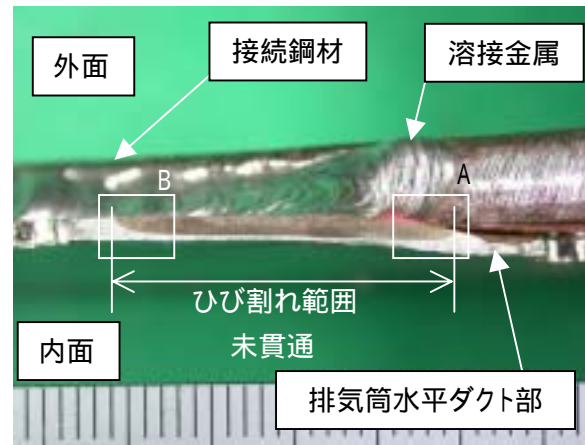
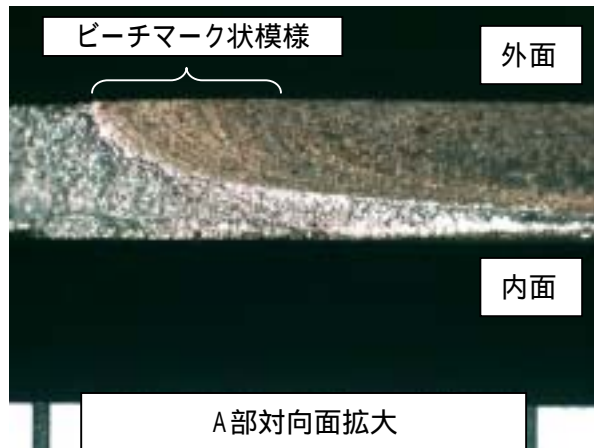
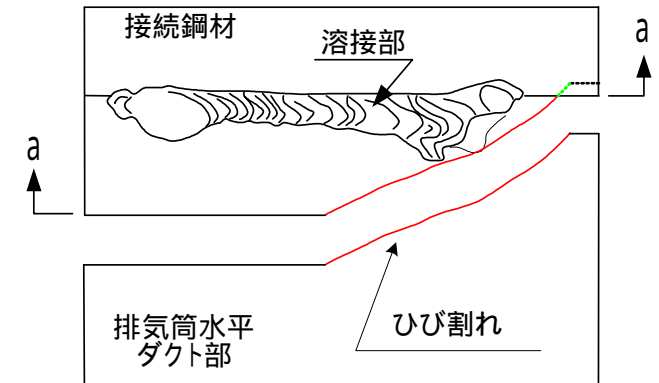
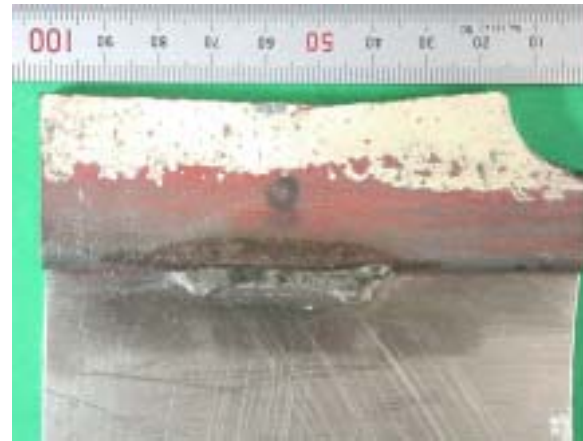


a - a 矢視



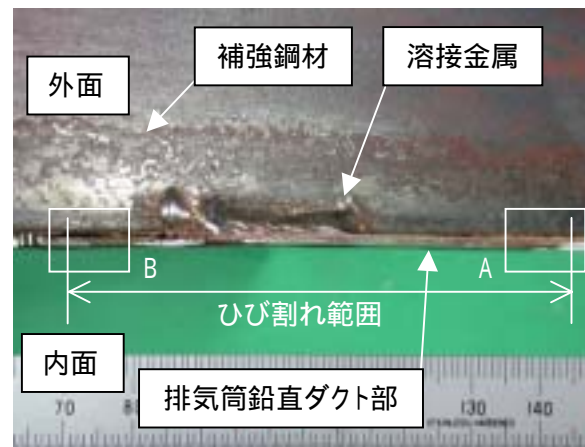
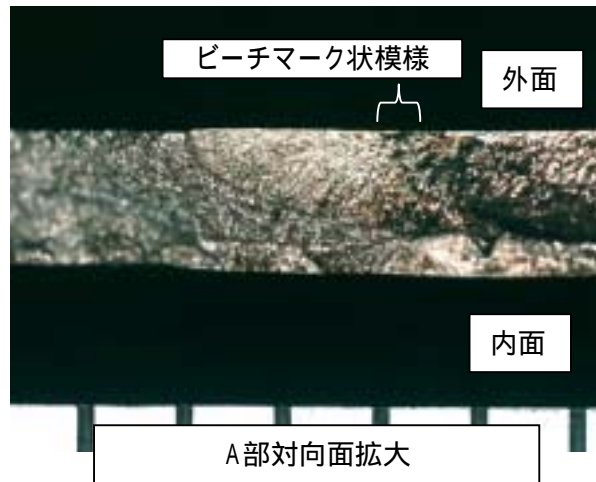
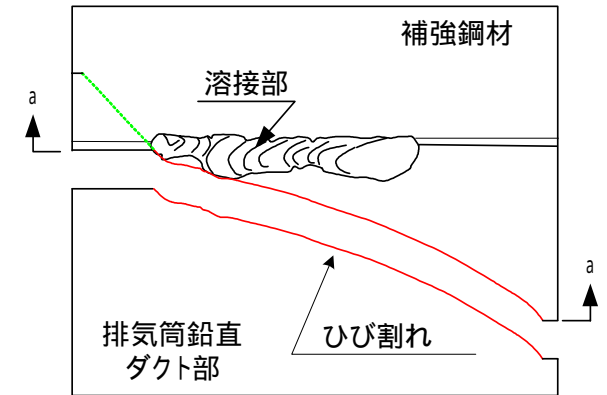
- 【観察結果】
- ・ひび割れは貫通していた。
 - ・ひび割れは溶接端部を通過していた。
 - ・ひび割れの各先端部前縁は外面側が大きい半楕円形状である。
 - ・破面にはビーチマーク状の様子が認められた。
 - ・破面は平坦である。

破面マクロ観察結果(ひび割れ)

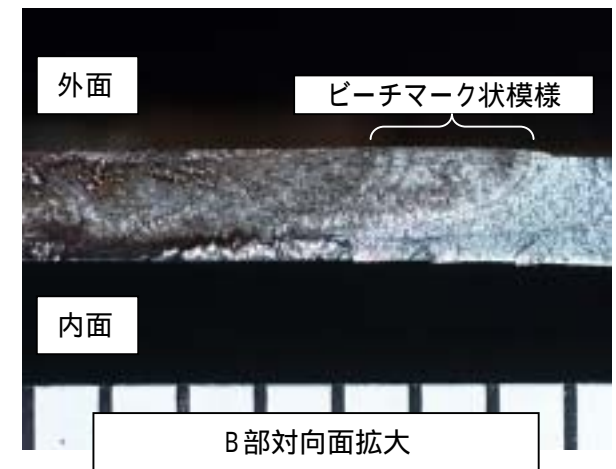


- 【観察結果】
- ・ひび割れは貫通していない。
 - ・ひび割れは溶接端部を通過していた。
 - ・ひび割れの各先端部前縁は外面側が大きい半楕円形状である。
 - ・破面にはビーチマーク状の模様が認められた。
 - ・破面は平坦である。

破面マクロ観察結果(ひび割れ)



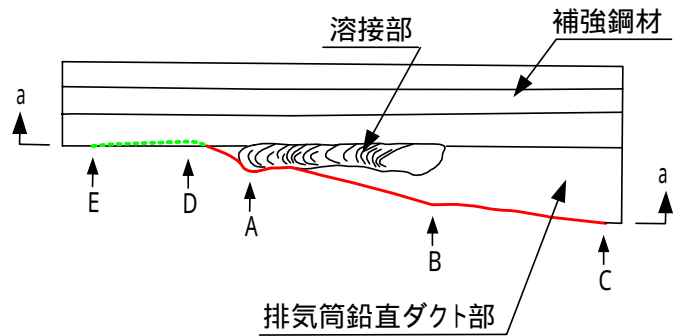
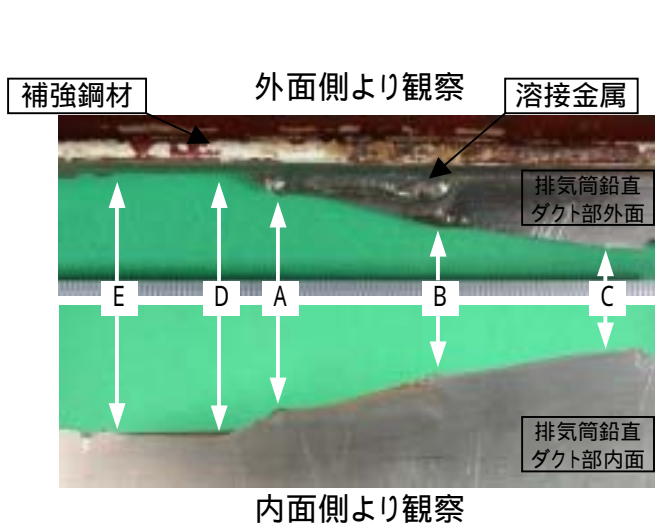
a - a 矢視



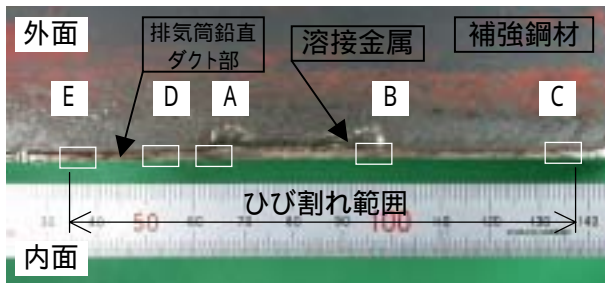
【観察結果】

- ・ひび割れは貫通していた。
- ・ひび割れは溶接端部を通過していた。
- ・ひび割れの各先端部前縁は外面側が大きい半楕円形状である。
- ・破面にはビーチマーク状の模様が認められた。
- ・破面は平坦である。

破面マクロ観察結果(ひび割れ)



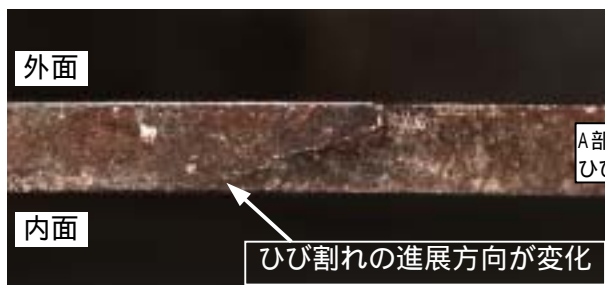
A: 溶接端部
B: 進展部1
C: 先端部1
D: 進展部2
E: 先端部2



a - a 矢視



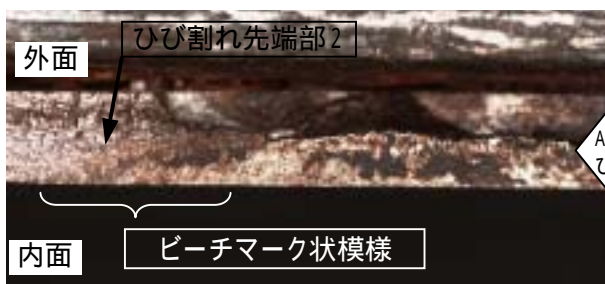
A部拡大



B部拡大



C部拡大



E部拡大

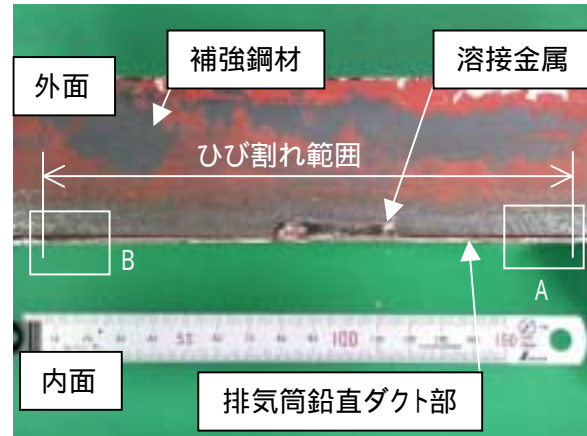
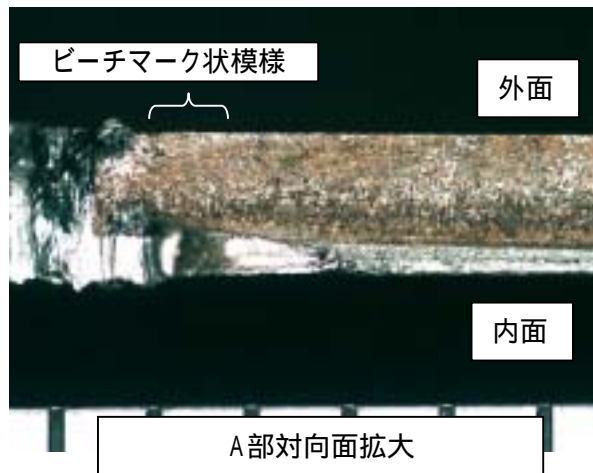
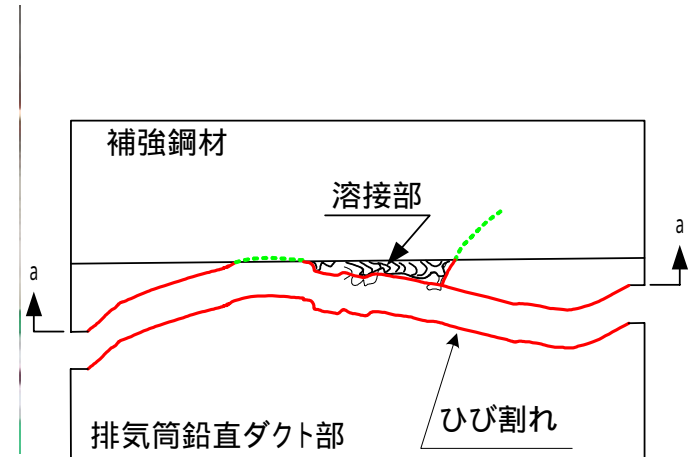
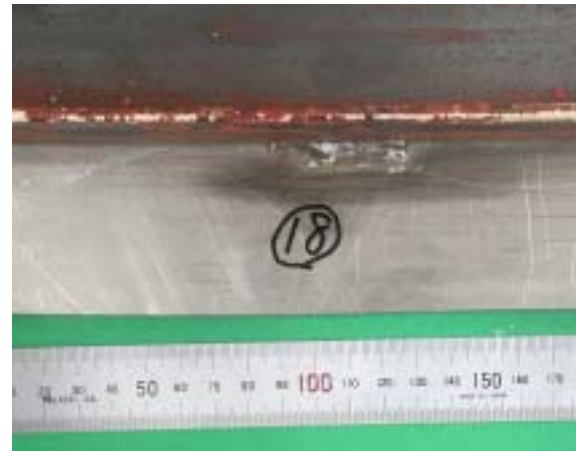


D部拡大

【観察結果】

- ・ひび割れは貫通していた。
- ・ひび割れは溶接端部を通過していた。
- ・破面は平坦であった。
- ・進展部(両側: B, D部)には外面側が大きい半楕円形状の部位が観察されているが、それ以降の進展では、先端部(両側: C, E部)で内面側が大きい半楕円形状の破面が観察された。
- ・先端部1, 2 (C, E部)の破面にはビーチマーク状の模様が認められた。

破面マクロ観察結果(ひび割れ)



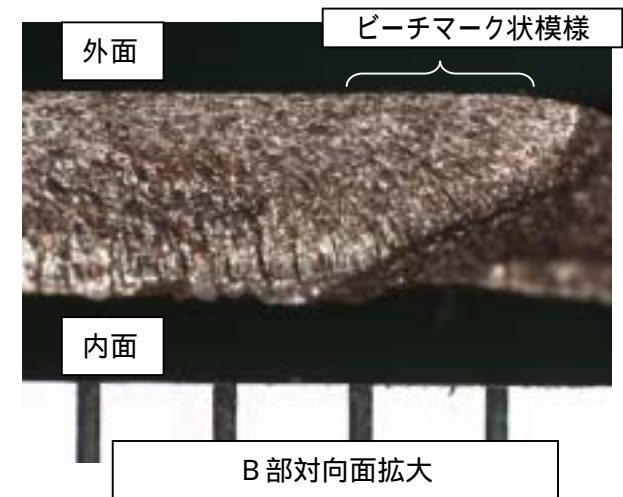
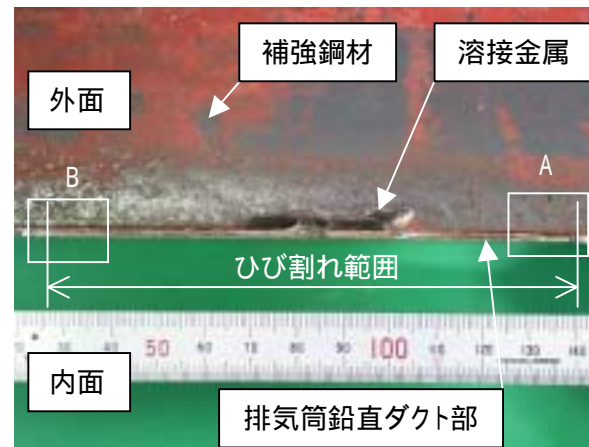
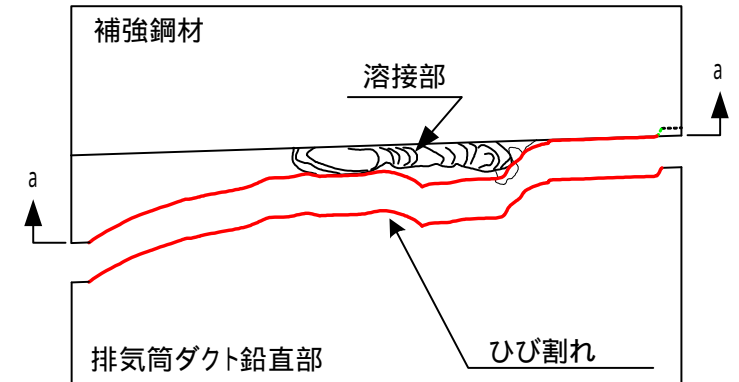
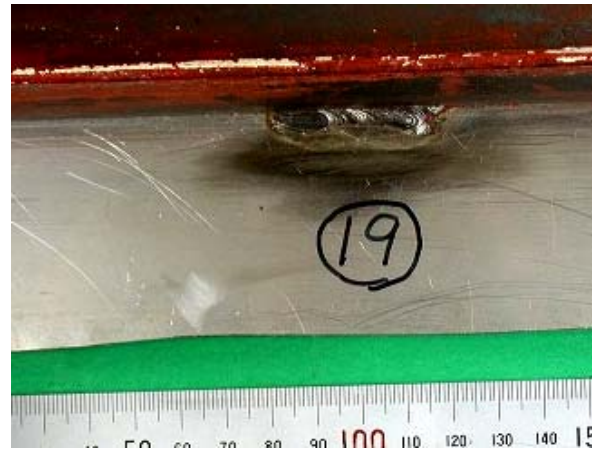
a - a 矢視



【観察結果】

- ・ひび割れは貫通していた。
- ・ひび割れは溶接端部を通過していた。
- ・ひび割れの各先端部前縁は外面側が大きい半楕円形状である。
- ・破面にはビーチマーク状の模様が認められた。(腐食等の影響でやや不明瞭となっている。)
- ・破面は平坦である。

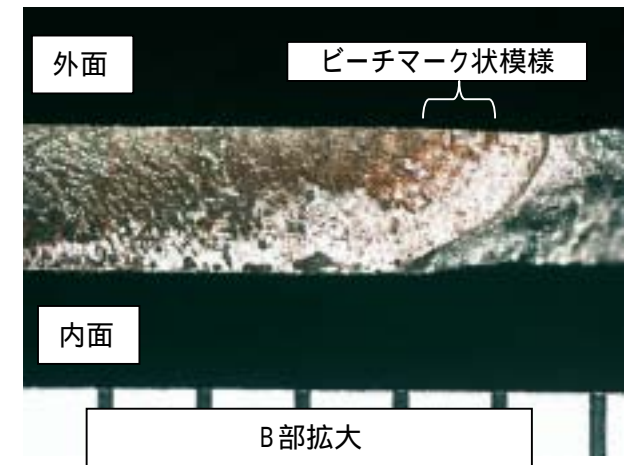
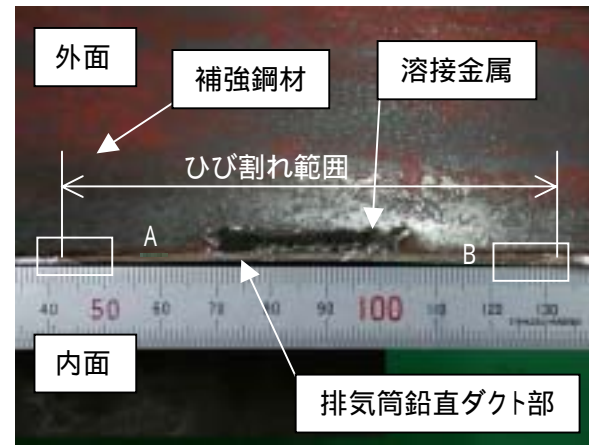
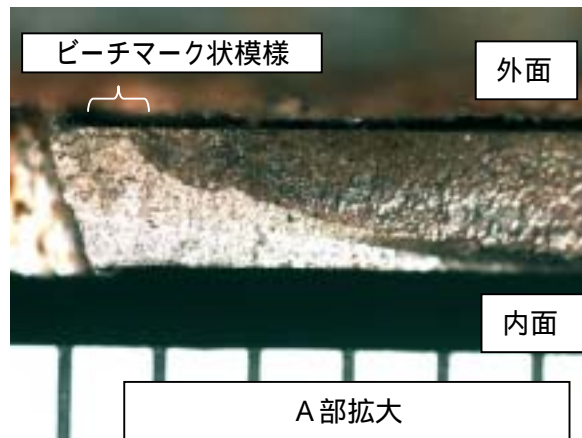
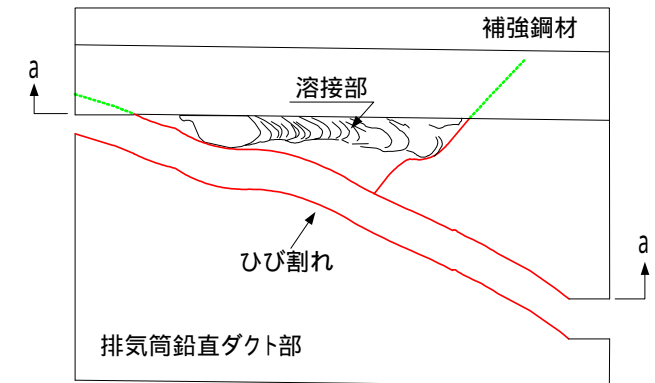
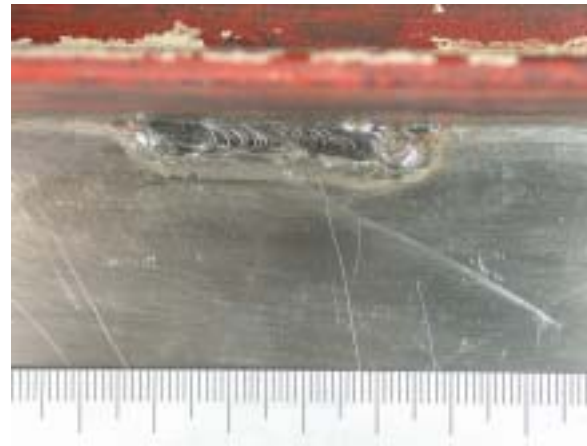
破面マクロ観察結果(ひび割れ)



【観察結果】

- ・ひび割れは貫通していた。
- ・ひび割れは溶接端部を通過していた。
- ・ひび割れの各先端部前縁は外面側が大きい半楕円形状である。
- ・破面にはビーチマーク状の模様が認められた。(腐食等の影響でやや不明瞭となっている。)
- ・破面は平坦である。

破面マクロ観察結果(ひび割れ)



【観察結果】

- ・ひび割れは貫通していた。
- ・ひび割れは溶接端部を通過していた。
- ・ひび割れの各先端部前縁は外面側が大きい半楕円形状である。
- ・破面にはビーチマーク状の模様が認められた。(腐食等の影響でやや不明瞭となっている。)
- ・破面は平坦である。