上海致远
GHREPOWER

第31回 新エネルギー発電設備事故対応・構造強度ワーキンググループ 資料２
ＨＹ－００２６風車倒壊原因究明および再発防止対策について（第２報）

2022年11月30日

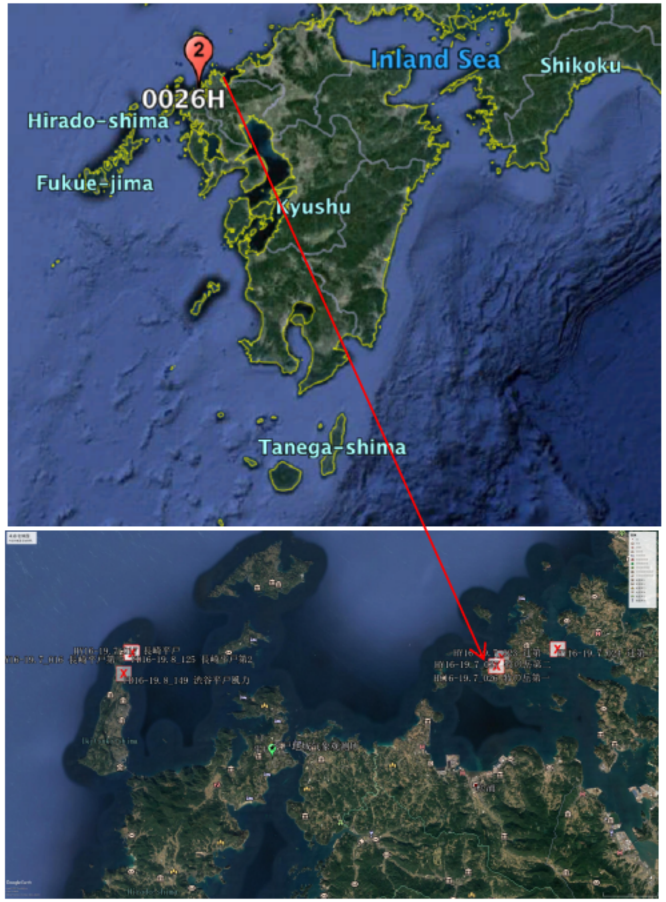
目次：

▣ 事故概要①

2020年10月1日13時ぐらい株式会社ナチュラルエナジークリエイトから長崎鷹島に設置された風車（SCADA番号：HY16-19.7_16-0026）が倒れた連絡を頂きました。それと、当日に風車状態写真も入手頂きました。翌日（10月2日）ナチュラルエナジークリエイト社、グリーンパワー社、GHREは現場検査を実施しました。

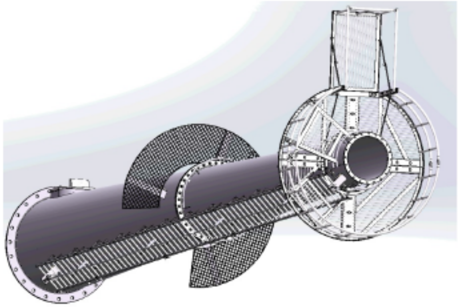
発電所基本情報：

事業主	株式会社センコーコーポレーション
EPC	ナチュラルエナジークリエイト社
風車型式	HY16/19.7（NK認証番号：TC–0018）　小形風車クラス：クラスⅡ
風車NK登録者	HYエネルギー株式会社（会社法人等番号：1300-01-053868）
販売先	HYエネルギー株式会社（会社法人等番号：1800-01-123917）
風車製造工場	Shanghai Ghrepower Green Energy Co.,Ltd.
設置地：九州鷹島 (33.419896；129.730426)	同地域には他の4機風車がある
組立日	2019年3月18日
連系日	2019年4月29日
事故時間	2020年10月1日朝6:10（SCADA監視より）
事故日天候	東南風4～6m/s、23℃、晴



事故概要②

事故機基本情報：

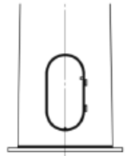
定格出力	19.7kW
ローター直径：15.6m タワー高さ：20m タワータイプ：2段外フランジ式タワー 	風車立面図： 
ナセルシリアル番号	GA180057

事故情報：

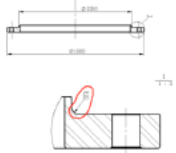
風速	倒壊時風力が4.6m/s；当日平均風速が5.42m/s；当日瞬間最大風速が10.84m/s；事故１時間前風速範囲が3～8m/s。
回転速度	倒壊時瞬間回転数が54.76rpm（定格回転数：60rpm）。
出力	倒壊時瞬間出力が3.43kW（10分間平均出力が10kW以下）。

事故写真

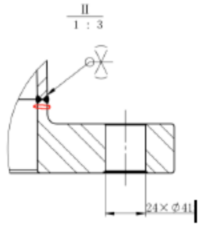
風車はタワー下フランジの「R角」あたりに断裂が発生し、倒壊したこと。



下タワー局部図面



「R角」図面



断裂ところ（赤枠）図面

下フランジ外径が1500mm，厚さが50mm；

当日風向は東風、転倒時ローターの向きが東、倒壊後、ブレードが転倒力によって、西南方向に地面にぶつかったこと。

断面写真：

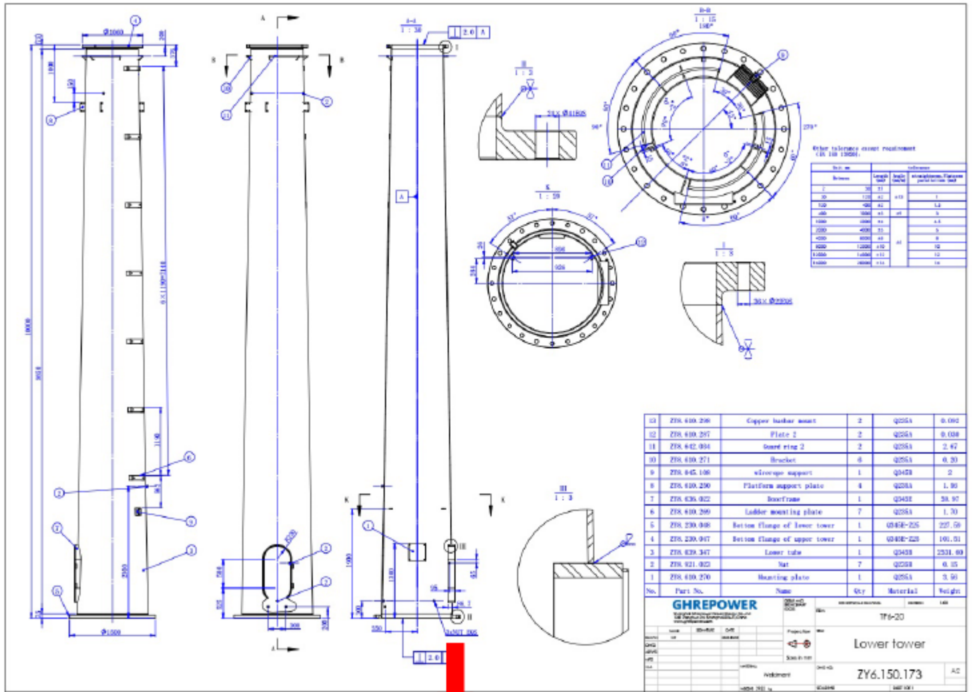
倒壊写真：

⊡ 事故原因の究明について

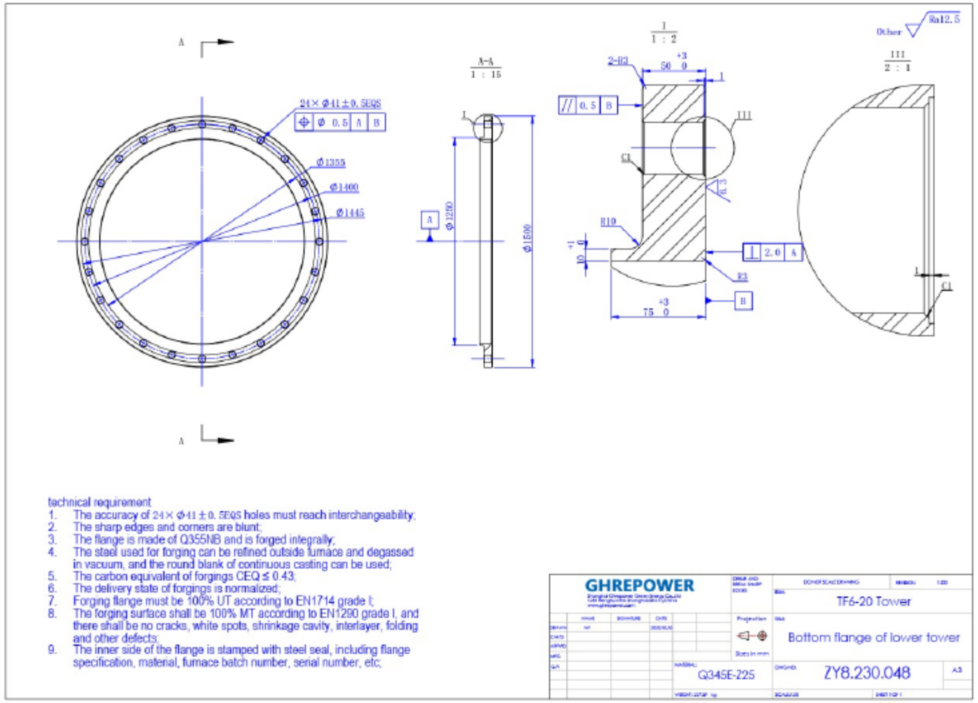
事故原因分析表					判定： ⊙：可能性かなし　Δ：可能性小　X：可能性大		
事象	原因分析					确认-调查结果	判定
HY 26# 風車 倒壊 事故	A	設計	A1	図面	タワーの図面の確認	タワーはIEC　Class Ⅱの設計要求を満たす。異常なし。	⊙
			A2	強度	タワーの計算書の確認	タワーはIEC　Class Ⅱの設計要求を満たす。異常なし	⊙
	B	稼働荷重	B1	極限荷重調査	設計耐風速の超過	1. SCADAが検知した最大風速が54m/s； 2. 第9号、第10号台風経過期間、電力系統が停電のため、SCADA記録データーがない。 3. 事故機と30km離れている風車は耐風速59.5m/sを超える風を検知したこと。	Δ
					設計最大回転数の超過	設計最大回転数：70rmp　SCADAデータ：63.8rpm　異常なし。	⊙
					極限振動について	1. ナセル振動スイッチを触発されなかった。 2. 地震0.3g振動模擬計算結果は設計要求を満たすこと。	⊙
			B2	疲労荷重調査	風車回転数波動について	SCADAデータを確認して、異常なし。	⊙
					風速分布について	SCADAデータを確認して、異常なし。	⊙
					ブレード不平衡について	出荷前のバランス検査など記録を確認し、特に問題なし。	⊙
					ブレードボルト緩みについて	1.事故機のブレードボルトを確認して、転倒力による断裂したことがあって、その他の異常がなし。　2.近くその他の4基のメンテナンス記録（事故後実施されたこと）を確認し、ブレード緩みが無かったため、事故機のブレードボルトが緩み可能性が低い。	⊙
					ブレードボルト材質についてについて	1. 同ロットのブレードボルトの材質報告書を確認して、規格を満たす、異常なし。 2. 同ロットのブレードボルトの性能試験報告書を確認して、規格を満たす、異常なし。	⊙
					そのほかの振動について	0.3g加速度の条件で模擬計算して、計算結果による、振動が200万回以上があった場合、タワーは疲労損壊が発生することをわかる。しかし、実際この様なの振動があった可能性が非常に低い。	⊙
	C	タワー製造	C1	寸法の確認	溶接前の寸法検査	検査報告書を確認し、異常なし。	⊙
					溶接後の寸法検査	検査報告書を確認し、異常なし。ただし、溶接継ぎ目の目視検査及び寸法検査報告書が無かった。	X
					事故機サンプルの寸法検査	タワー根部の外壁の溶接継ぎ目はフランジR所に接近する、かつ内壁及び外壁の溶接継ぎ目の中心はばらつきが存在する。	X
					継ぎ目食い違いの検査	タワー本体と下フランジの溶接は食い違いが存在する、事故機サンプルを検査して、最大食い違い寸法は5.1mmであること。	X
			C2	材料の確認	タワー本体材料の検査	1. タワー本体の原材料の材料証明及び性能報告書を審査し、異常なし。 2. タワー本体のサンプルについて、Metallographic analysis、化学成分、性能試験を分析し、結果はGB/T 1591-2018の規格を満たすことを確認する、異常なし。	⊙
					フランジ材料の検査	1. タワー下フランジのサンプルについて、Metallographic analysis、化学成分を分析し、結果はGB/T 1591-2018の規格を満たすことを確認する、異常なし。 2. タワー下フランジのサンプルについて、性能試験を分析して、結果平均値は314Mpaであり、タワーの設計極限要求（285.6MPa）に満たす。	⊙
					タワー溶接棒など材料の検査	溶接棒などの材料証明を審査し、異常なし。	⊙
					断裂面の分析	1. 亀裂所を判明する。 2. 断裂は疲労損傷により発生すること。	⊙
			C3	製造プロセス	溶接プロセスの検査	タワー溶接プロセスを審査して、特に問題なし；	⊙
			C4	溶接	溶接の品質検査	1. タワー溶接継ぎ目のUT、MT検査報告書を確認して、特に問題なし； 2. 同ロット風車に対して、非破壊探傷検査を実施して、特に異常無し。	⊙
			C5	管理	生産過程の管理検査	*タワー溶接対応の作業手順書、作業記録および溶接技術評定を確認して、特に問題なし； *タワー溶接対応の作業員の技能（資格）を確認して、特に問題なし； *タワー溶接継ぎ目の検査設備の校正記録を確認して、特に問題なし。	⊙
	D	その他の原因	D1	風車建設及び保守	建設の検査	風車組立記録表がない。	Δ
					メンテナンスの検査	初期メンテ（2019年8月）；半年点検（2020年2月）；年度点検（2020年8月）を実施したことがない。	X

▫事故原因の分析-設計：図面について

下タワー



タワー下フランジ図



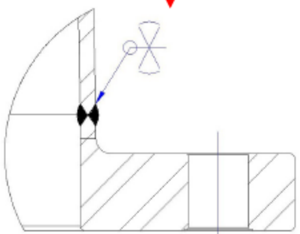
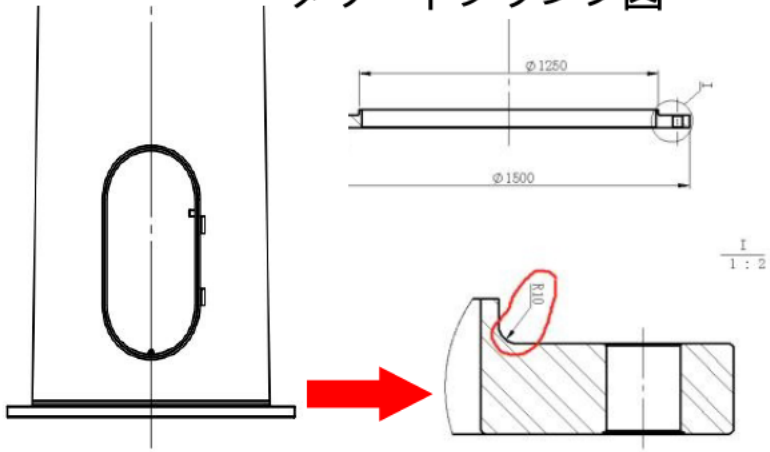


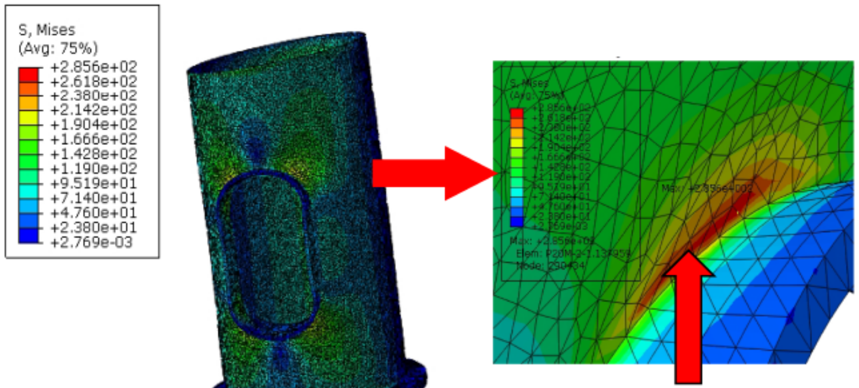
Fig4-2 .Tower weld design drawing

説明：タワー本体の材料はQ345B, フランジ材料はQ345E-Z25です。
フランジは高ネック型フランジで、タワーとフランジの溶接は突合せ溶接方法を採用して、継ぎ目とフランジR所は同じ位置にしないことです（つまり、継ぎ目位置と応力集中位置とは分離されること）。

▫事故原因の分析-設計：タワー設計強度について

タワー下フランジ図





極限応力（Ultimate stress） 285.6MPa

タワー設計強度計算結果のまとめ

Ultimate analysis of tower:

<table>
<tr><th>DLC
計算ケース</th><th>ultimate Stress MPa
極限応力 Mpa</th><th>Tower characteristic material strength fK-tower MPa
材料屈服強度 Mpa</th><th>Partial safety factor for material rm-tower-U
材料安全係数</th><th>Admissible stress fk/(rm *rn) MPa
材料許容強度</th><th>Ultimate strength analysis
評価</th></tr>
<tr><td>5.1a9</td><td>285.6</td><td rowspan="2">325</td><td rowspan="2">1.1</td><td rowspan="2">295.5</td><td>pass</td></tr>
<tr><td>Max value</td><td>285.6</td><td>pass</td></tr>
</table>

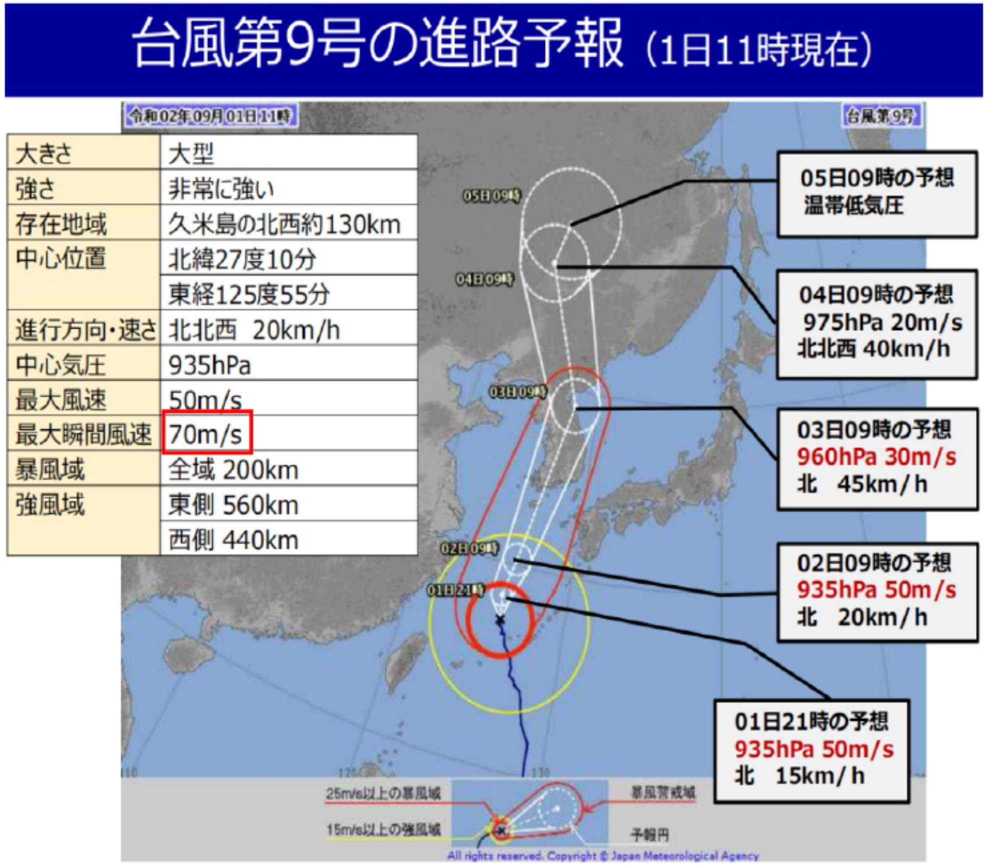
説明：タワーの強度計算の極限強度は285.6MPa、材料の許容強度が295.5MPa（屈服強度325MPa/材料安全係数1.1）で、タワーは極限強度の状況になっても、材料の耐えられる強度の範囲以内ですので、合格と評価します。

表 6 钢材的拉伸性能

<table>
<tr><th rowspan="3">牌号</th><th rowspan="3">质量等级</th><th colspan="22">拉伸试验[a,b,c]</th></tr>
<tr><th colspan="9">以下公称厚度（直径，边长）下屈服强度（R_{eL}）/MPa</th><th colspan="7">以下公称厚度（直径，边长）抗拉强度（R_m）/MPa</th><th colspan="6">断后伸长率（A）/%
公称厚度（直径，边长）</th></tr>
<tr><th>≤16 mm</th><th>>16 mm ~ 40 mm</th><th>>40 mm ~ 63 mm</th><th>>63 mm ~ 80 mm</th><th>>80 mm ~ 100 mm</th><th>>100 mm ~ 150 mm</th><th>>150 mm ~ 200 mm</th><th>>200 mm ~ 250 mm</th><th>>250 mm ~ 400 mm</th><th>≤40 mm</th><th>>40 mm ~ 63 mm</th><th>>63 mm ~ 80 mm</th><th>>80 mm ~ 100 mm</th><th>>100 mm ~ 150 mm</th><th>>150 mm ~ 250 mm</th><th>>250 mm ~ 400 mm</th><th>≤40 mm</th><th>>40 mm ~ 63 mm</th><th>>63 mm ~ 100 mm</th><th>>100 mm ~ 150 mm</th><th>>150 mm ~ 250 mm</th><th>>250 mm ~ 400 mm</th></tr>
<tr><td rowspan="5">Q345</td><td>A</td><td rowspan="5">≥345</td><td rowspan="5">≥335</td><td rowspan="5">≥325</td><td rowspan="5">≥315</td><td rowspan="5">≥305</td><td rowspan="5">≥285</td><td rowspan="5">≥275</td><td rowspan="5">≥265</td><td rowspan="3">—</td><td rowspan="5">470~630</td><td rowspan="5">470~630</td><td rowspan="5">470~630</td><td rowspan="5">470~630</td><td rowspan="5">450~600</td><td rowspan="5">450~600</td><td rowspan="3">—</td><td rowspan="2">≥20</td><td rowspan="2">≥19</td><td rowspan="2">≥19</td><td rowspan="2">≥18</td><td rowspan="2">≥17</td><td rowspan="3">—</td></tr>
<tr><td>B</td></tr>
<tr><td>C</td><td rowspan="3">≥21</td><td rowspan="3">≥20</td><td rowspan="3">≥20</td><td rowspan="3">≥19</td><td rowspan="3">≥18</td></tr>
<tr><td>D</td><td rowspan="2">≥265</td><td rowspan="2">450~600</td><td rowspan="2">≥17</td></tr>
<tr><td>E</td></tr>
</table>

325MPaの出典：規格（GB-T 1591-2008）

▫事故原因の分析-稼働荷重：極限荷重調査-超風速について



2020年台風第9号経路　　出典——気象局

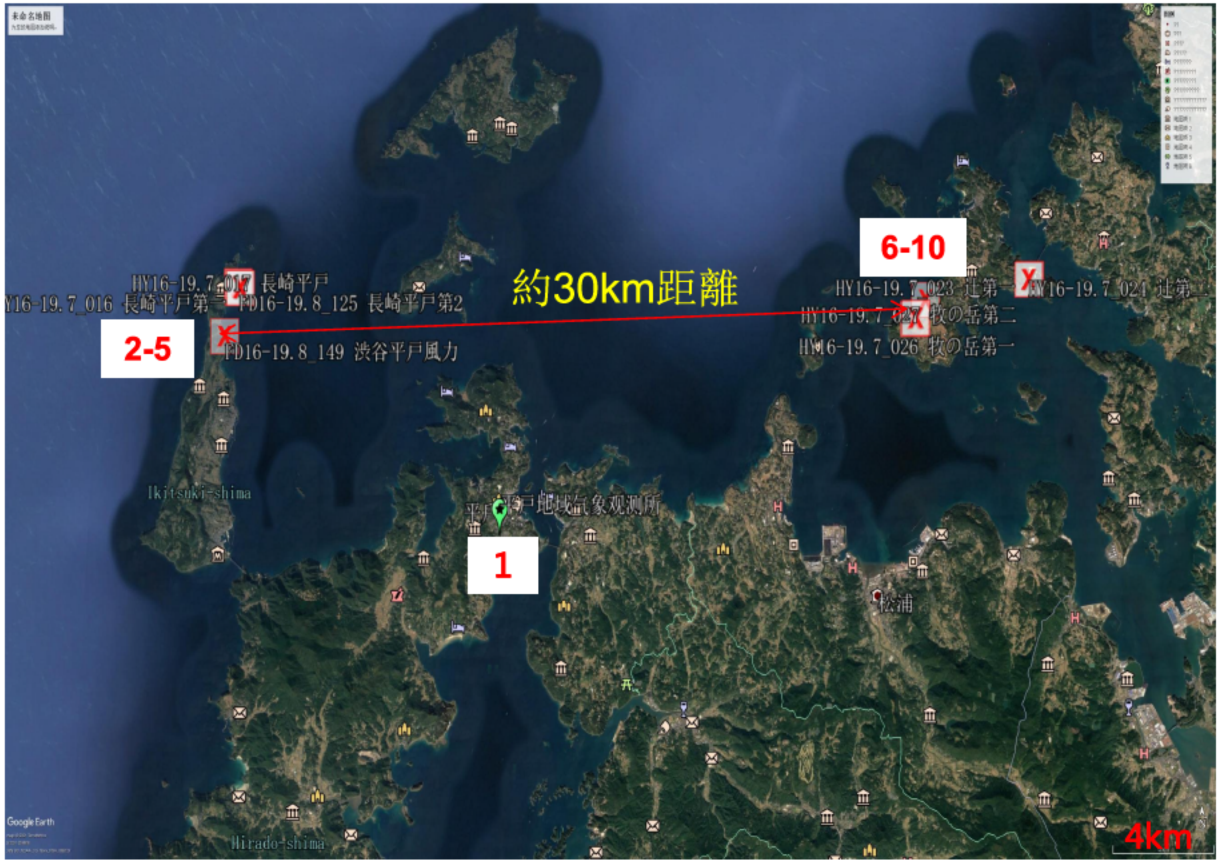
〇期間最大瞬間風速（9 月 4 日から 9 月 7 日）

順位	都道府県	市町村	地点名(よみ)	風速 (m/s)	風向	月日	時分
1	長崎県	長崎市	野母崎(ノモザキ)	59.4	南東	2020/9/7	01:45
2	沖縄県	島尻郡南大東村	南大東(南大東島)(ミナミダ	51.6	東	2020/9/5	21:38
3	長崎県	対馬市	鰐浦(ワニウラ)	48.9	南東	2020/9/7	07:20
4	鹿児島県	鹿児島郡十島村	中之島(ナカノシマ)	46.5	北東	2020/9/6	14:57
5	鹿児島県	枕崎市	枕崎(マクラザキ)	45.9	南東	2020/9/6	19:49
6	鹿児島県	熊毛郡屋久島町	屋久島(ヤクシマ)	44.8	東南東	2020/9/6	15:53
7	長崎県	対馬市	美津島(ミツシマ)	44.2	南東	2020/9/7	06:18
8	長崎県	雲仙市	雲仙岳(ウンゼンダケ)	43.5	南東	2020/9/7	01:45
9	長崎県	対馬市	厳原(イヅハラ)	43.1	南東	2020/9/7	05:55
10	長崎県	平戸市	平戸(ヒラド)	42.8	南東	2020/9/7	03:47
11	長崎県	大村市	大村(オオムラ)	42.2	南南東	2020/9/7	03:51
12	長崎県	佐世保市	佐世保(サセボ)	41.6	東南東	2020/9/7	03:23
12	佐賀県	佐賀市	佐賀(サガ)	41.6	南東	2020/9/7	03:31
14	鹿児島県	大島郡喜界町	喜界島(キカイジマ)	41.2	西	2020/9/6	12:49
15	鹿児島県	西之表市	種子島(タネガシマ)	41.0	南南東	2020/9/6	18:07
16	愛媛県	西宇和郡伊方町	瀬戸(セト)	40.8	南	2020/9/7	06:21
17	長崎県	壱岐市	石田(イシダ)	40.6	南南西	2020/9/7	06:25
18	大分県	佐伯市	蒲江(カマエ)	40.4	南東	2020/9/6	22:15
19	鹿児島県	熊毛郡屋久島町	尾之間(オノアイダ)	40.1	東	2020/9/6	15:18
20	鹿児島県	薩摩川内市	中甑(ナカコシキ)	39.4	東南東	2020/9/6	23:51

出典：
気象庁災害時自然現象報告書2021年第2号「台風第10号災害時気象報告」

説明：事故発生30日間前に台風第9号を経過しました。
事故発生25日間前に台風第10号を経過しました。

▫事故原因の分析-稼働荷重：極限荷重調査-超風速について



事故機と近辺（約30km距離）の風車の稼働状況を確認します。

NO.	風車SCADA名称番号	経度	緯度	台風第9号	台風第10号
1	平戸地域気象観測所	E129°33.0'	N33°21.6'	37.1m/s	42.8m/s
2	FD16-19.8_16-0125 長崎平戸第二	E129°26'9"	N33°25'55"	台風時 68.74m/s	台風時 42.79m/s
3	FD16-19.8_16-0149 渋谷平戸風力	E132°54'3"	N33°39'25"	台風時 65.34m/s	台風時 30.09m/s
4	HY16-19.7-16-0016 長崎平戸第一	E129°25'46	N33°25'52"	台風時 74.70m/s	台風時 44.12m/s
5	HY16-19.7-16-0017 長崎平戸	E129°27'7"	N33°25'57"	台風時 70.47m/s	台風時 38.94m/s
6	HY16-19.7_16-0023 辻第一	E129°46'52.26"	N33°25'51.81"	停電前 50.13m/s	停電前 33.14m/s
7	HY16-19.7_16-0024 辻第二	E129°46'49.69"	N33°25'49.98"	停電前 44.19m/s	停電前 33.14m/s
8	HY16-19.7_16-0025 坪水第一	E129°44'6.51"	N33°26'7.42"	停電前 41.59m/s	停電前 27.73m/s
9	HY16-19.7_16-0026 牧の岳第一（事故機）	E129°43'49.53"	N33°25'11.62"	停電前 47.09m/s	停電前 33.50m/s
10	HY16-19.7_16-0027 牧の岳第二	E129°43'46.62"	N33°25'10.71"	停電前 54m/s	停電前 28.08m/s

▫事故原因の分析-稼働荷重：極限荷重調査-超回転数について

GP风电/HY/HY16-19.7_16-0026 牧の岳第一

Real Data ▾ His Data ▾ System Set ▾ Log ▾ 调试 ▾ d Industry. pleas

Report

Query Type: Year Start Date: 2019 Search Save

Report of Year

Base Infomation

Report Type	Report of Year	Time interval	2019	Re
Device name	HY16-19.7_16-0026 牧の岳第一	Installation site		

Out Stat

DateTime	OutEnergy	AvgWindSpeed	MaxWindSpeed	TimeofMaxSpeed	PitchCtrl	Dumpload	TimeSpanOfDump	MaxRPM
01	0.00	--	--	--	--	--	--	--
02	--	--	--	--	--	--	--	--
03	--	--	--	--	--	--	--	--
04	615.12	5.47	20.60	2019-04-27 00:21:32	0	0	0.00	62.27
05	974.35	4.12	21.35	2019-05-27 22:12:58	0	0	0.00	62.10
06	2623.60	4.50	32.18	2019-06-07 01:59:41	0	0	0.00	62.35
07	2431.58	4.57	24.26	2019-07-11 00:29:07	0	0	0.00	61.99
08	2467.76	4.57	28.39	2019-08-06 11:04:59	0	0	0.00	62.05
09	3147.91	5.22	35.96	2019-09-22 18:38:59	0	0	0.00	62.40
10	3617.24	5.90	31.82	2019-10-12 15:59:58	0	0	0.00	62.17
11	2880.85	4.78	21.48	2019-11-26 02:23:44	0	0	0.00	63.11
12	3153.74	4.95	21.04	2019-12-27 00:02:21	0	0	0.00	62.80
Tot:	21912.15	4.85	35.96	2019-09-22 18:38:59	0	0	0.00	63.11

GP风电/HY/HY16-19.7_16-0026 牧の岳第一

Real Data ▾ His Data ▾ System Set ▾ Log ▾ 调试 ▾ re. Also, pleas

Report

Query Type: Year Start Date: 2020 Search Save

Report of Year

Base Infomation

Report Type	Report of Year	Time interval	2020
Device name	HY16-19.7_16-0026 牧の岳第一	Installation site	

Out Stat

DateTime	OutEnergy	AvgWindSpeed	MaxWindSpeed	TimeofMaxSpeed	PitchCtrl	Dumpload	TimeSpanOfDump	MaxRPM
01	4008.60	5.57	32.62	2020-01-07 23:31:56	0	0	0.00	63.04
02	3620.02	5.49	29.18	2020-02-17 21:23:18	0	0	0.00	63.53
03	4396.39	5.80	27.73	2020-03-15 19:02:55	0	0	0.00	63.09
04	3767.82	5.60	30.55	2020-04-13 00:40:40	0	0	0.00	63.39
05	2145.51	4.31	20.47	2020-05-07 14:26:36	0	0	0.00	62.78
06	2475.79	4.48	24.74	2020-06-30 02:41:36	0	0	0.00	62.51
07	3210.94	5.04	26.46	2020-07-10 11:54:42	0	0	0.00	63.52
08	3228.30	5.01	31.08	2020-08-09 16:52:02	0	0	0.00	63.67
09	3900.91	5.76	54.00	2020-09-02 22:37:54	0	0	0.00	$\boxed{63.83}$
10	20.96	5.42	10.84	2020-10-01 00:07:09	0	0	0.00	61.69
11	--	--	--	--	--	--	--	--
12	--	--	--	--	--	--	--	--
Tot:	30775.24	5.24	54.00	2020-09-02 22:37:54	0	0	0.00	63.83

SCADAデータに基づいて、風車稼働期間（連系時から事故時まで）には最大回転数履歴データは63.8rpm、設計最大回転数は70rpmで異常なしです。

▫事故原因の分析-稼働荷重：極限荷重調査-極限振動について

according to Wind power generation equipment regulation based on electric utilities , The load of earthquake or Vibration is calculated by the following formula:

$$T = G + P + R + 0.35S + K$$

where：G:　dead load;

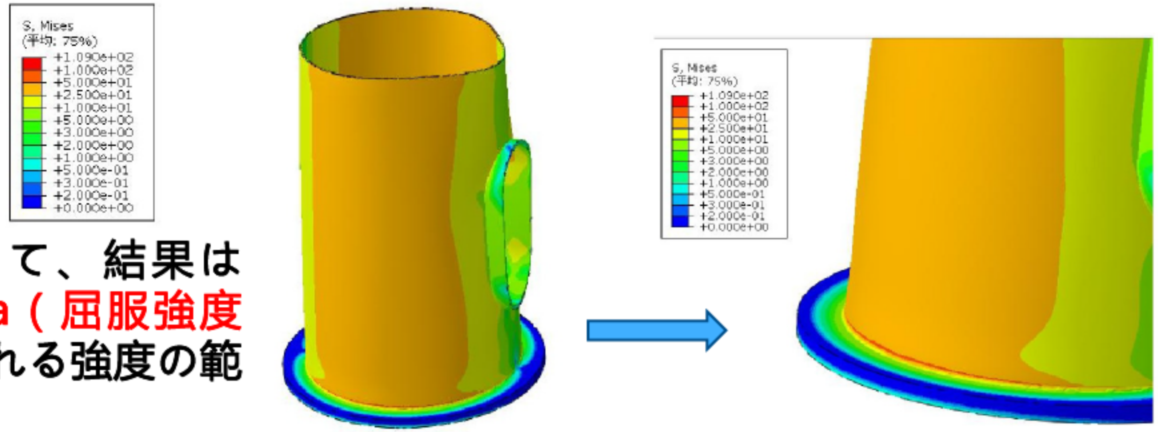
P:　Cumulative load;

R:　Load at the time of annual average wind speed, for this project, annual average wind speed is 8.5m/s（The wind speed of tower

No.	hi	Horizontal force			axial force V	Moment			Turning moment Mz
		Fx [kN]	Fy [kN]	resultant force Q		Mx	My	resultant moment M	
1	20	14.66	0.02	14.66	38.32	4.62	18.49	19.06	0.75
2	10.4	22.61	0.02	22.61	58.65	4.90	198.17	198.23	0.75
3	9	23.78	0.02	23.78	64.65	4.93	228.09	228.14	0.75
4	0	31.14	0.02	31.14	87.24	5.12	421.38	421.41	0.76

地震0.3g加速度での荷重について

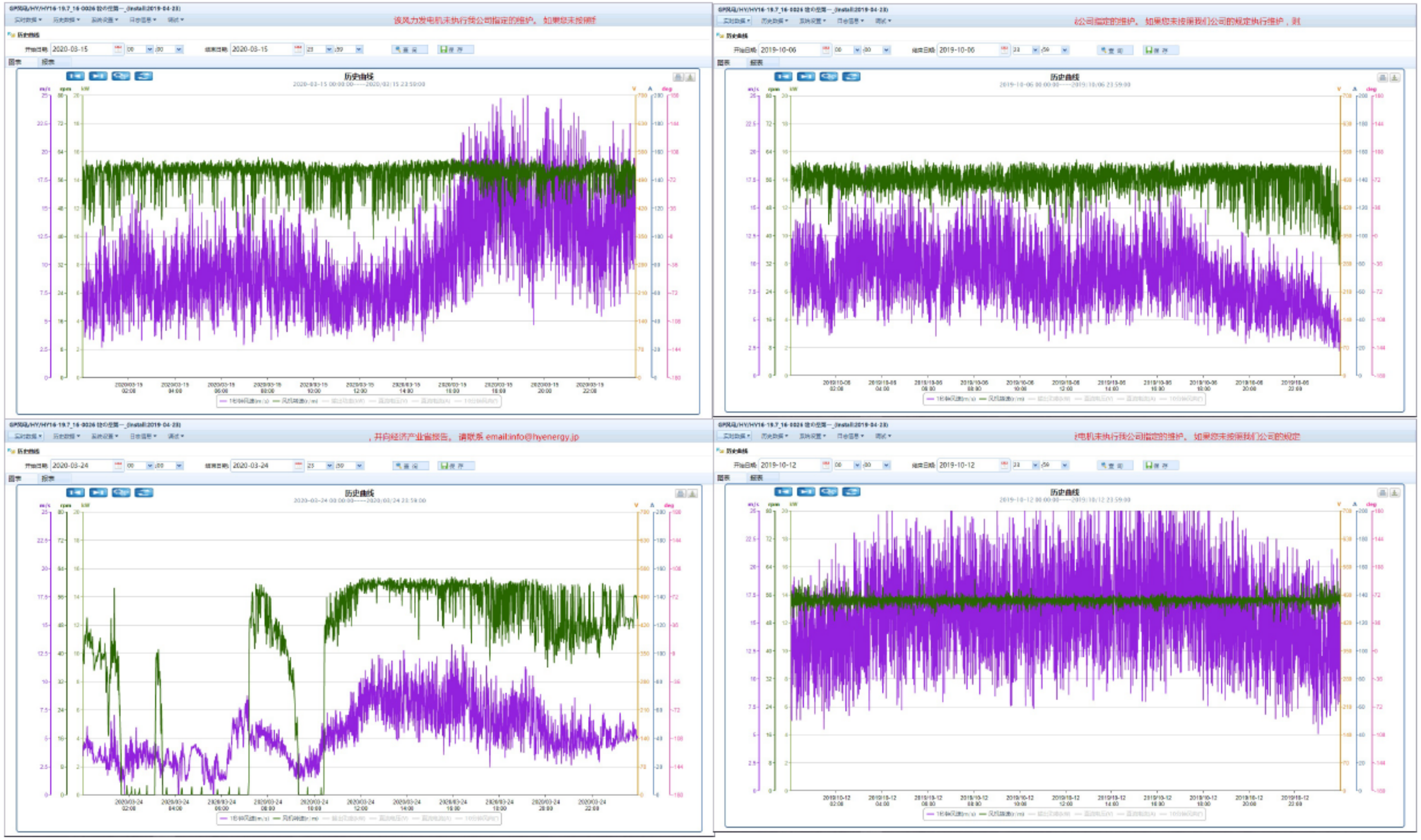
acceleration	stress (bottom tower)	Evaluation standard value	result
0.3g	109MPa	Ultimate strength δ b=470Mpa Yield strength δ 0.2=325Mpa	ok



説明：地震0.3g加速度で模擬計算を実施して、結果は109MPaです。材料の許容強度が295.5MPa（屈服強度325MPa/材料安全係数1.1）で、材料の耐えられる強度の範囲以内ですので、合格と評価します。

事故機は振動スイッチを搭載します。0.3g加速度な振動が発生する場合、スイッチが動作し風車が停止します。0.3gの由来：MW風車の設計を参考して、小型風車自身の特性を考えた上に0.3gを設定しました。

▫事故原因の分析-稼働荷重：疲労荷重調査ー回転数波動について



SCADA稼働データを確認して、異常な回転数（正常範囲：0～70rpm）がありません。

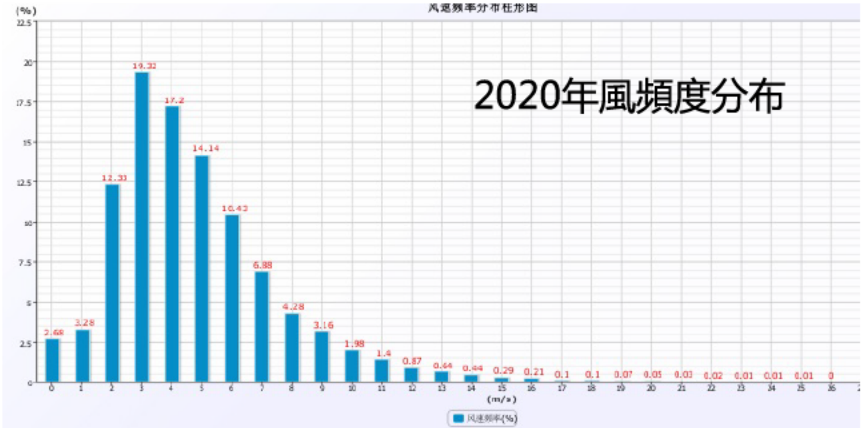
▫事故原因の分析-稼働荷重：疲労荷重調査ー風速分布について

时 间	发电量	平均风速
01	--	--
02	--	--
03	--	--
04	650.90	5.47
05	1064.90	4.12
06	2845.79	4.50
07	2662.96	4.57
08	2658.65	4.57
09	3376.75	5.22
10	3929.84	5.90
11	3081.10	4.78
12	2998.81	4.95
统	23269.70	4.85

2019年平均風速

时 间	发电量	平均风速
01	4217.62	5.57
02	3804.64	5.49
03	4664.83	5.80
04	3975.01	5.60
05	2303.08	4.31
06	2625.63	4.48
07	3392.98	5.04
08	3391.56	5.01
09	4070.93	5.76
10	27.75	5.42
11	--	--
12	--	--
统	32474.03	5.24

2020年平均風速



年間平均速度及び風頻度を確認して、異常がありません。

判定基準：①IEC ClassⅡ風車の設計年間平均風速が8.5m/sです。

②風頻度分布はワイブル分布を満たします。

▫事故原因の分析-稼働荷重：疲労荷重調査ーブレード不平衡について

叶片成套检验记录表

打包成套入库前必须经过表单所列项目检查，合格后将此表作为叶片竣工资料的封面与其钉在一起存档。

检验项目	检验内容要求			检验结果	备注
叶片组号	ZY1801312			/	
叶片编号	1801974	1801982	1801984	/	
资料检查	叶片生产过程检验记录单、配重单、不合格审理单、记录完整，数据合格。			✓	
	车间提供成套叶片的质量矩测量报告，数据符合要求。			✓	
外观检查	叶片表面清理干净，与托架接触处包裹工业地毯防护。			✓	
	叶根端面整洁，白卡胶涂抹均匀。			✓	
	叶片油漆表面无色差。			✓	
	叶片端板已固定，沉头螺丝不得高出法兰面。			✓	
	叶片端板圆周白卡胶胶宽度及厚度需涂抹均匀。			✓	
	螺套孔内清理干净后涂锂 基润滑脂（红色）并封上。			✓	
	避雷感应器表面不得被其他物体覆盖。			✓	
标识检查	叶片两面喷涂统一颜色的重心标识。			✓	
	根部喷涂正反字样。（如合同需要）			✓	
	叶尖喷统一颜色的警示标识。（如合同需要）			✓	
铭牌检查	叶片后缘已铆接铭牌，刻有组号与对应的叶片编号。			✓	
	叶片前缘已铆接零位刻度盘。			✓	
	铭牌、刻度盘上的0度需与法兰0度线（0度孔中心）对齐。			✓	
包装检查	叶片与支架固定牢固，松紧带已收紧。			✓	
	与托架接触处垫橡胶垫防护。			✓	
	固定叶片的松紧带挂钩不得在叶片与支架间。			✓	
	包装外须有重心标识，与叶片上的中心标识位置一致。			✓	
检验员/日期	苏[illegible] 1.15				

文件编号： FM-QA-R8-007 版本号：B 日期：2017-7-11

昆山风速时代新能源有限公司

R 8 叶片质量矩测量报告

适用范围：R8.0 规格叶片

项目	单位	A	B	C
叶片组号	组	ZY1801312		
叶片编号	片	1801974	1801982	1801984
配重前重量	kg	232.65	229.9	230.75
重心位置 R	m	2.43	2.427	2.42
配平后重量 (互差±0.5 kg)	kg	232.65	232.7	233.05
重心位置 R (互差±10mm)	m	2.43	2.43	2.426
配平后质量矩	kg.m	565.340	565.310	565.425
质量矩平均值	kg.m	565.371		
偏差 (互差±1‰)	kg.m	-0.031	-0.021	0.056

昆山风速时代新能源有限公司

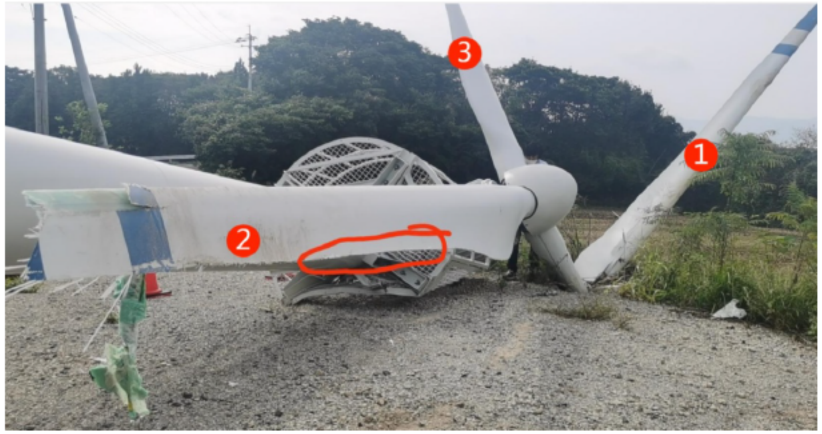
质量部

2018 年 1 月 2日

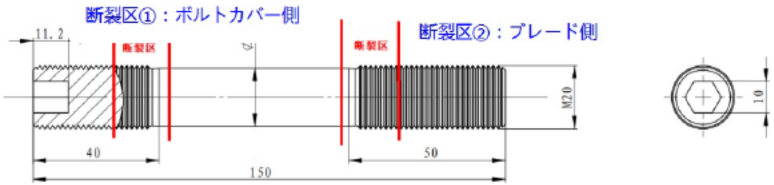
FM-QA-R8-008 版本：A 日期：2017-7-24

ブレードの作業記録、出荷前のバランス検査など記録を確認し、問題がありません。

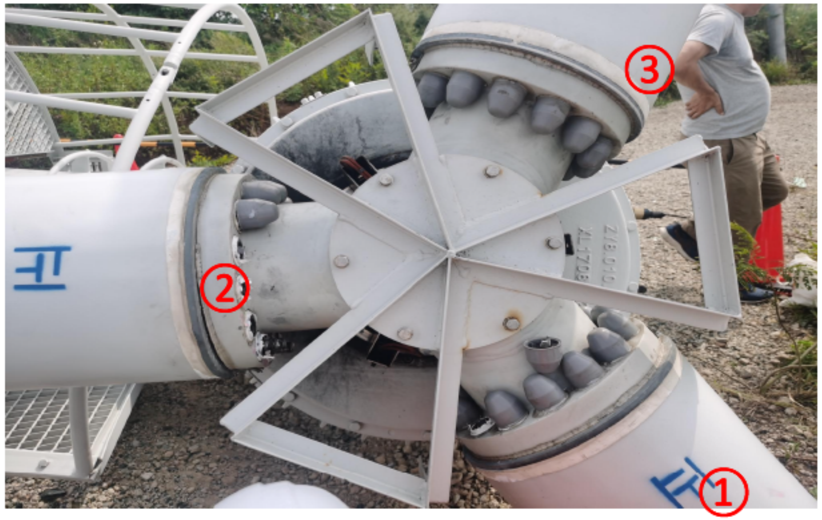
▫事故原因の分析-稼働荷重：疲労荷重調査ーブレードボルト緩みについて




.ブレードのボルトは10.9級42CrMoの高強度ボルトです。断裂ところはボルト両側のねじ山の根部です。



ボルト図面



1.地面に脱落した全部の断裂ボルトは倒壊機体の近くに発見された、そのほかのところに飛散しなかったです。

2.風車は転倒時、ブレード②と①は前後して地面に衝撃して、損壊されて、ブレードボルトも同じ衝撃を受けたことを考えられます。実際ブレード②のボルトの断裂状況は一番酷かった、次はブレード①です。

3.事故機近辺そのほかの4基風車のメンテナンス記録（事故後実施されたもの）を確認し、ブレードボルトは緩みおよび断裂がなかったです。

□事故原因の分析-稼働荷重：疲労荷重調査ーブレードボルト材質について

报告编号 No.: 2018-L-8000
页码 Page: 2 of 3

检 测 报 告
TEST REPORT

样品名称 Sample Name	双头螺栓	环境温度 Room Temperature	23℃
型号规格 Type&Specification	M20×150	炉号批号 Heat&Lot No	/
制造厂家 Manufacturer	/		
样品描述 Sample Description	来样实物 1 件,加工成圆棒拉伸试样 1 件		

拉伸试验 Tension Test
测试依据 Ref Standard: GB/T 228.1-2010

检测项目 Test Item	单位 Unit	No:库存品
规定塑性延伸强度($R_{p0.2}$) proof strength (0.2% plastic extension)	MPa	1067
抗拉强度(R_m) Tensile Strength	MPa	1147
断后伸长率(A) Elongation	%	14.5

备注: /
Note

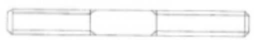
以下空白
End of report

上海群力紧固件制造有限公司
磁粉检测报告

NO:QLCFBG20181130-01　　　编号：JLCXQ.14-11

客户	上海致远绿色能源股份有限公司	材质	42CrMo 10.9级	炉号/热处理号	E11704423/E20181113-05
名称	双头螺栓	产品规格	M20*150	表面状态	热处理后
产品标准	按图ZY8.921.031	环境温度	室温	磁粉种类	荧光磁粉
总数量/检测数量	497件/497件	磁化电流值	周向200A/纵向200A	检验标准	JB/T4730.4-2015
施加磁悬液方法	浇法	检测部位	工件表面	验收标准	JB/T4730.4-2015
黑光辐照度	1200uW/CM²	设备型号/编号	CDG-4000D/1507276270	照明类型	黑光灯
磁悬液配比浓度	2.5g/L	检测方法	连续法	标准试片	A_1-30/100

示意图：



检测结果：
1.工件表面无缺陷磁痕显示。

结论	合格 ✓	不合格	
检测员	[illegible]	审核	[illegible]
日期	2018.11.30	日期	2018.11.30

SHANGHAI QUNLI FASTENER MANUFACTURE CO., LTD.
上海群力紧固件制造有限公司
FASTENER INSPECTION CERTIFICATE
紧固件质量证明书　　　报告编号：SHQL20181204-01

CUSTOMER 客户：上海致远绿色能源股份有限公司	TAG 表码	JLCXQ8.2.4-9
MATERIAL: 材　料：42CrMo	ITEM NAME: 品　名：双头螺栓	GRADE: 性能等级：10.9
SPECIFICATION: 规　格：M20×150	QUANTITY: 数量/件（套）：497 件	STANDARD: 标准：ZY8.921.031/ZY9.043.350CG Ver1.00

CHEMICAL COMPOSITION 化学成份（%）

	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	批号 Lot No.	炉号 Heat No.
STANGARD VALUE 标准值	0.38-0.45	0.17-0.37	0.50-0.80	≤0.030	≤0.030	0.90-1.20	0.15-0.25	E20181113-05	E11704423
RESULT 成品值	0.4	0.19	0.77	0.018	0.009	0.966	0.176		

MECHANICAL PROPERTY 机械性能

TEST ITEM 试验项目	HEAT-TREATMENT 热处理 ℃		TENSILE 抗拉强度	ELONGATE STRESS 规定非比例伸长应力	REDUCTION 断面收缩率	ELONGATION 断后伸长率	HARDNESS 硬度	BLOW-TEST 冲击试验 Akv (-50℃)	SURFACE DEFICIENCY 表面缺陷	SURFACE PREPARATION 表面处理
STANGARD VALUE 标准值	淬火	回火	R_m/MPa	$R_{p0.2}$/MPa	%	%	HBW	J	MT	达克罗
	860	570	≥1040	≥940	≥48	≥9	304-361	≥27		
RESULT 成品值	合格		1135	1058	58.55	16.2	350	36.34/35.91/40.04	合格	

WE HERE CERTIFICATE THAT THE MATERIAL HEREIN DESCRIBED HAS MANUFACTURED, SAMPLED, TESTED IN ACCORDANCE WITH ABOVE STANDARD/SPECIFICATION SATIFIED THE REQUIREMENT AND NO WELDING REPAIR 兹证明本表所列之产品均依标准规定制造和检验，未进行焊接修补，并符合标准要求。

EDITOR 编制：[illegible]　　AUDITOR 审核：[illegible]　　DATE（日期）：2018.12.04

同ロットのブレードボルトの材質報告書及び性能試験報告書を確認して、規格(GBT 3098. 1-2010)を満たして、異常がありません。

▫事故原因の分析-タワー製造：寸法の確認ー溶接前後の寸法検査について

尺寸检验报告
DIMENSION INSPECTION REPORT

日期DATE:2017.8.5
页码PAGE:7/8

客户/Customer:浙江国星风能科技有限公司			外径 Outer Diam	内径 Inside Diam	孔直径 Hole Diam	中心距 Centre Distance	凸颈厚度 Thick Neck	外径厚度 Outer Thick	内径厚度 Inside Thick	平行度 Parallelism	R/r	孔数 Hole No.	检验结果
日期 Date	工件编号 Workpiece No.	角度 Angle	1500±1	$1230_{-0.5}$	$41^{+0.3}$	1400±0.5	$10^{+0.5}$	50^{+2}	75^{+2}	≤0.5	R10	24	
2017-8-5	Y17-329-26	0°	1500.0	1230	41.3	1400.0	10.0	51.0	76.5	0.2	OK	24	合格 OK
		90°	1500.2	1229.8	41.2	1400.1	10.1	51.2	76.4				
2017-8-5	Y17-329-27	0°	1500.3	1229.8	41.2	1400.2	10.1	51.1	76.0	0.1	OK	24	合格 OK
		90°	1500.2	1229.7	41.3	1400.0	10.2	51.0	76.3				
2017-8-5	Y17-329-28	0°	1500.4	1229.6	41.3	1400.2	10.0	51.0	76.2	0.1	OK	24	合格 OK
		90°	1500.2	1229.7	41.3	1400.2	10.1	50.9	76.1				
2017-8-5	Y17-329-29	0°	1500.1	1230	41.2	1400.0	10.2	51.0	76.0	0.1	OK	24	合格 OK
		90°	1500.2	1229.8	41.3	1400.1	10.3	50.9	76.1				
2017-8-5	Y17-329-30	0°	1500.0	1229.8	41.3	1400.3	10.2	51.0	76.2	0.2	OK	24	合格 OK
		90°	1500.1	1229.9	41.2	1400.2	10.3	51.2	76.0				
2017-8-5	Y17-329-31	0°	1500.0	1229.8	41.2	1400.0	10.2	51.1	76.0	0.1	OK	24	合格 OK
		90°	1500.2	1229.7	41.3	1400.2	10.1	51.0	76.1				
2017-8-5	Y17-329-32	0°	1500.6	1229.5	41.2	1400.0	10.4	51.0	76.0	0.1	OK	24	合格 OK
		90°	1500.4	1229.7	41.3	1400.1	10.3	51.1	76.1				
2017-8-5	Y17-329-33	0°	1500.8	1230	41.2	1400.2	10.3	51.0	76.3	0.2	OK	24	合格 OK
		90°	1500.7	1229.8	41.3	1400.1	10.4	51.2	76.2				

质检员: 検 .R]
INSPECTOR

质检专用章

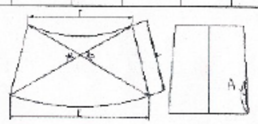
审核员: 王超
AUDITOR

筒节板材下料尺寸检测记录（mm）

塔型: 20M　　　产品自编号: DA-37

筒节号	材质	A 设计	A 实测	B 设计	B 实测	F 设计	F 实测	L 设计	L 实测	M 设计	M1 实测	M2 实测	原材料编号
101	Q345B	10	9.98	2015	2014	1790	1789	2141	2140	2862	2861	2861	GXB 17104
102	Q345B	10	9.97	2218	2217	2015	2014	1930	1929	2862	2860	2861	GXB 17104
103	Q345B	10	9.97	2421	2020	2218	2217	1930	1929	3015	3014	3016	GXB 17104
104	Q345B	10	9.97	2623	2622	2421	2420	1930	1929	3174	3173	3174	GXB 17104
105	Q345B	10	9.97	2826	2825	2623	2622	1930	1929	3337	3333	3336	GXB 17104
201	Q345B	10	9.97	3035	3035	2826	2825	1930	1930	3507	3506	3506	GXB 17104
202	Q345B	10	9.97	3244	3243	3035	3034	1930	1929	3684	3683	3683	GXB 17104
203	Q345B	10	9.97	3454	3453	3244	3265	1930	1929	3864	3864	3863	GXB 17104
204	Q345B	10	9.97	3663	3662	3454	3453	1930	1929	4046	4065	4065	GXB 17104
205	Q345B	10	9.97	3894	3893	3663	3662	2131	2130	4336	4335	4335	GXB 17104

示意图:



下料公差（单位mm）:
F±2; E±2;
板宽之差≤2
|M1-M2|≤3

质检员: 吕 　　复核: 潘湖刚　　日期: 2018.9.20

塔体法兰焊后检测报告

塔型:20M　　自编号: DA-37　　单位: mm

椭圆度

	F1	F2	F3	F4		
中心线	626	985	985	1400		
测量最大值	626	985	985	1400		
测量最小值	626	985	985	1400		

倾角

	F1	F2	F3	F4		
倾角标准值	0-1.5	0-2	0-2	0-2		
测量值	1	1.2	1.2	1.4		

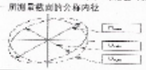
质检员: 吕　　复核: 潘湖刚　　日期: 2018.11.12

校圆检测记录

塔型: 20M　　产品自编号: DA-37

零件号	大头	尺寸(mm)	理论值	小头	尺寸(mm)	理论值	检查结论	备注
101	最大值	653	652	最大值	581	589	Y	
	最小值	651		最小值	579			
102	最大值	717	716	最大值	653	653	Y	
	最小值	715		最小值	651			
103	最大值	783	781	最大值	717	716	Y	
	最小值	780		最小值	715			
104	最大值	847	846	最大值	782	781	Y	
	最小值	846		最小值	780			
105	最大值	912	910	最大值	848	845	Y	
	最小值	909		最小值	846			
201	最大值	977	976	最大值	911	910	Y	
	最小值	975		最小值	909			
202	最大值	1044	1043	最大值	977	976	Y	
	最小值	1042		最小值	975			
203	最大值	1112	1110	最大值	1044	1043	Y	
	最小值	1109		最小值	1042			
204	最大值	1177	1175	最大值	1111	1110	Y	
	最小值	1174		最小值	1109			
205	最大值	1252	1250	最大值	1177	1175	Y	
	最小值	1250		最小值	1175			

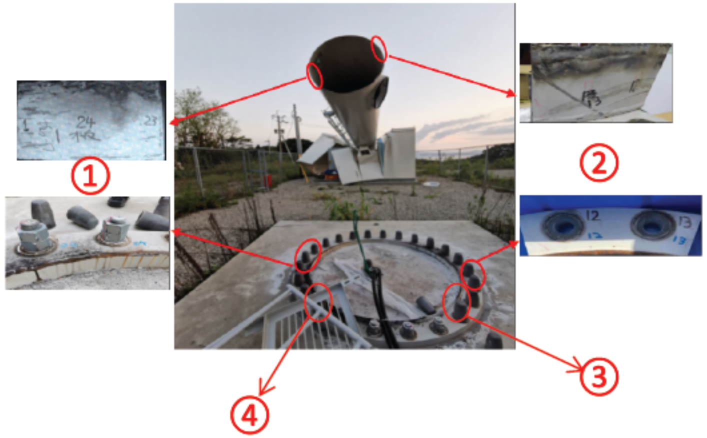
检测方法: 筒节任意截面的圆度公差要求为: (Dmax-Dmin) / 理论值≤0.005式中, Dmax—测量出的最大内径 Dmin 测量出的最小内径理论值—所测量截面的公称内径

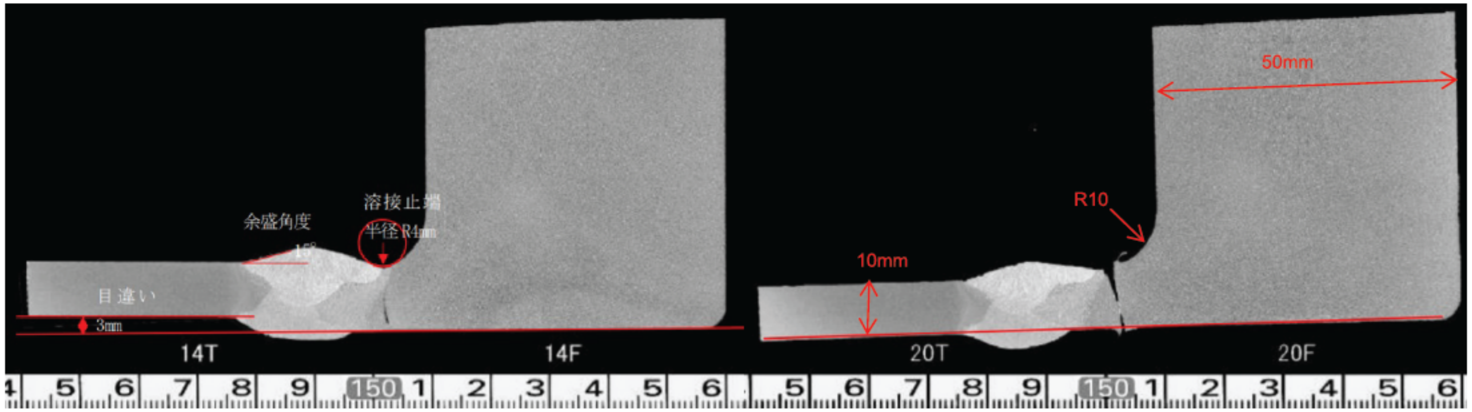


检测员: 吕　　复核: 潘湖刚　　日期: 2018.10.7

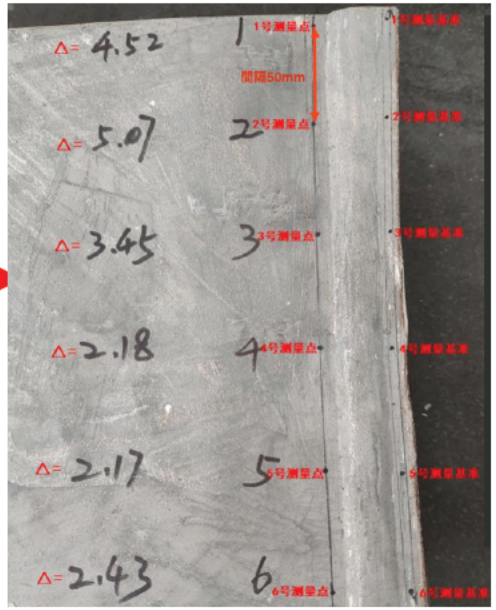
溶接前後のタワー本体およびフランジの寸法検査報告書を確認し、異常がありません。
溶接継ぎ目の寸法検査及び目視検査がなかったです。

▫事故原因の分析-タワー製造：寸法の確認ー事故機継ぎ目食い違いの検査について①





サンプル③



サンプル④

サンプル①テスト結果

塔架内表面塔架底法兰与筒体环缝对口错边量		
序号	尺寸(mm)	备注
1	4.52	图 8
2	5.07	图 9
3	3.45	图 10
4	2.18	图 11
5	2.17	图 12
6	2.43	图 13

＊NO.1とNO.2の間隔が50mmです。

説明：サンプルの確認により、タワーの内壁とフランジの内壁は食い違いがあります。最大食い違い寸法は5.1mmです。（設計図面要求が1mm以下のこと）

GHREPOWER

▫事故原因の分析-タ ワー製造：寸法の確認ー事故機サンプルの寸法検査について

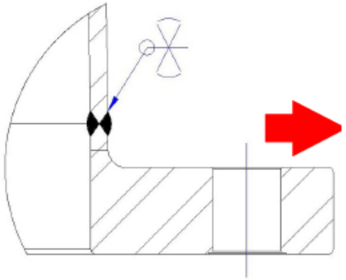


Fig4-2 .Tower weld design drawing

バラつきない状態

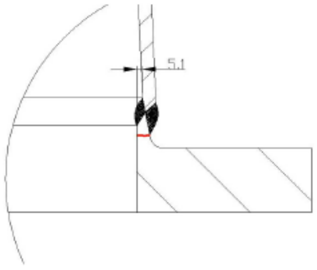
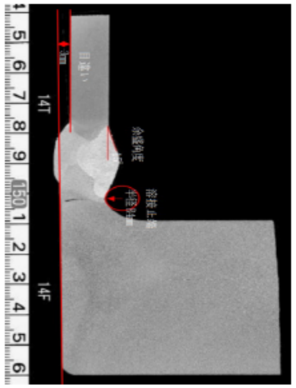


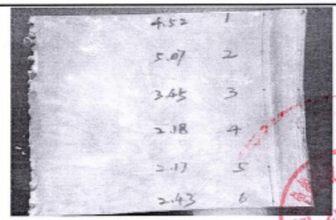
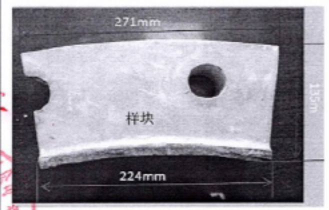
Fig4-3 .Tower practical weld drawing

バラつきある状態

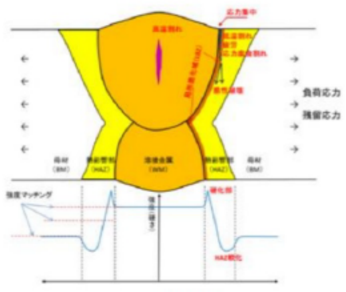


サンプル③バラつきの表現形式

事故機サンプルの寸法と設計図面の要求とバラつきがあります。サンプルの寸法検査記録表は以下にします。

塔架样块检测							
塔架编号		GXTF6-20-037					
序号	名称	基准	MIN	MAX	量具	测试值	测试结果
1	筒体板厚	10mm			游标卡尺	9.5	OK
2	法兰厚度	50+3mm 0	50	53	游标卡尺	51.8	OK
3	法兰R角	R10			角度尺	R10	OK
4	孔径尺寸	Φ41±0.5mm	41.05	40.5	游标卡尺	Φ41	OK
5	环缝错边量1	≤0.1tmm	1	1.5	游标高度尺	4.52	NG
6	环缝错边量2	≤0.1tmm	1	1.5	游标高度尺	5.07	NG
7	环缝错边量3	≤0.1tmm	1	1.5	游标高度尺	3.45	NG
8	环缝错边量4	≤0.1tmm	1	1.5	游标高度尺	2.18	NG
9	环缝错边量5	≤0.1tmm	1	1.5	游标高度尺	2.17	NG
10	环缝错边量6	≤0.1tmm	1	1.5	游标高度尺	2.43	NG
取样检测样块							
							
检 验:	赵红兵	审 核:		沙从虎	日期:	2021/7/23	

説明：タワーの内壁とフランジの内壁は食い違いがあることにより、内壁、外壁の溶接継ぎ目の高さはバラつきがあります。そして外壁の溶接継ぎ目はフランジR所に接近しています。応力集中を発生しやいです。



説明：食い違いがあることにより,フランジR所は溶接に拠る熱影響部に接近します。

GHREPOWER

▫事故原因の分析-タワー製造：寸法の確認ー継ぎ目食い違いの検査について②

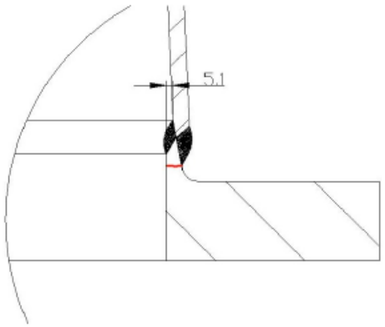
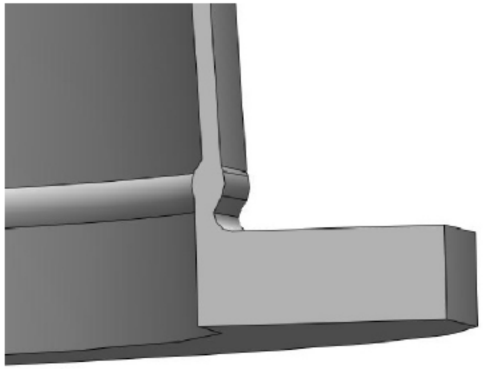


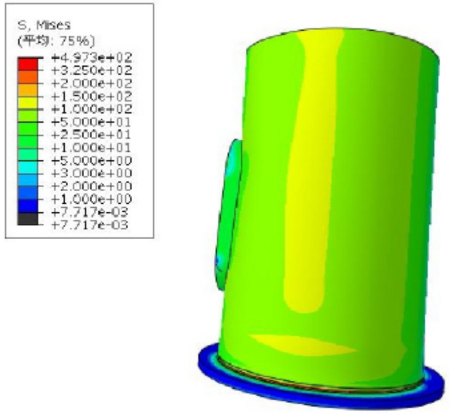
Fig4-3 .Tower practical weld drawing

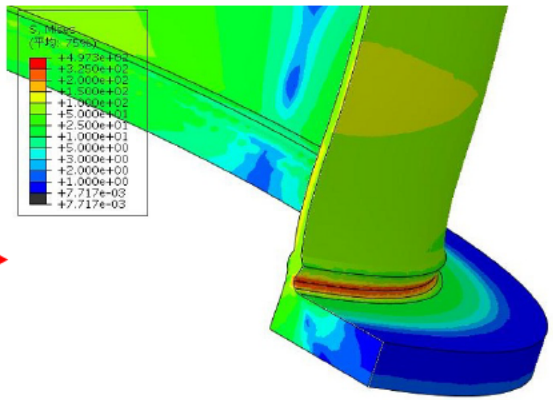


検査により、最大食い違いの5.1mmの条件に基づいてタワー強度計算を実施します。計算結果は以下にします。

Ultimate analysis of tower:

DLC 計算ケース	ultimate Stress MPa 極限応力 Mpa	Tower characteristic material strength fK-tower MPa 材料屈服強度 Mpa	Partial safety factor for material rm-tower-U 材料安全係数	Admissible stress fk/(rm *rn) MPa 材料許容強度	Ultimate strength analysis
5.1a9	497.3				NG
Max value	497.3	325	1.1	295.5	NG





name	value	summary
Ultimate stress 極限応力 (bottom tower)	497.3MPa	NG
Fatigue damage 疲労損傷 (bottom tower)	4.4903	NG

耐風速59.5m/sの場合、応力が497.3MPaで、材料の許容強度295.5MPa（屈服強度325MPa/材料安全係数1.1）を超えて、設計基準を満足しません。　20年疲労損傷は4.49で、設計要求の1を超えて、20年の設計寿命を満足しません、計算寿命は4~5年です。もし、台風など暴風を遭う場合、あるいは食い違い寸法がもっと大きい場合、寿命はさらに低下することを考えられます。

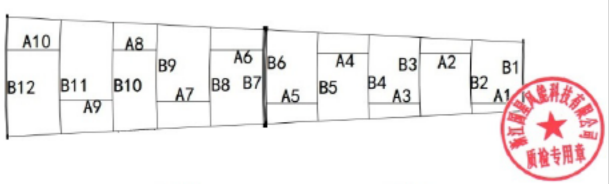
GHREPOWER

▫事故原因の分析-製造：タワー製造について

無损检测部位示意图
Non-destructive Detective Point

产品名称 Product Name	20M	产品图号 Product Drawing No.	/	产品自编号 GX No.	DA-37

示意图：
Sketch Map：



报告人：余传江 日期：2018.11.21 审核人：吕方 日期：2018.11.21

超声波检测报告
UT Inspection Record

产品自编号 (GX code.):DA-37 报告编号：Report No.GXUT20181121

材质 Material	Q345B /Q345E	坡口形式 Break in the form	I型	焊接方法 Welding method	SAW GMAW
验收标准 Acc. Criterion	NB/T47013.3 -2015	检测标准 Test criterion	NB/T47013.3 -2015	检验等级 Exam. level	B
合格级别 Acc. Grade	I	仪器型号 Instrument type	HS600	仪器编号 Serial No.	HHT-1021
探头 Probe	2.5P9*9K2.5	试块 Test block	CSK-ⅠA / CSK-ⅡA	检测灵敏度 Detection sensitivity	ø2×40-18dB
表面补偿 Surface compensution	3dB	耦合剂 Couplant	化学浆糊 Chemical paste	检测日期 Test date	2018.11.21

备注：NSD-未见应记录缺陷 (no defect) D-缺陷至检测面的深度(deepness) (mm) L-缺陷指示长度(length)

序号 NO	焊缝编号 Seams No.	板厚 thickness	检测长度 Length detection	缺陷情况（定量/区域）	最大波幅 Maximumamplitude	评定 Access	备注 Remark
1	A1	-10	2141	NSD	/	I	/
2	A2	-10	1930	NSD	/	I	/
3	A3	-10	1930	NSD	/	I	/
4	A4	-10	1930	NSD	/	I	/
5	A5	-10	1930	NSD	/	I	/
6	B1	-10	1790	NSD	/	I	/
7	B2	-10	2015	NSD	/	I	/
8	B3	-10	2218	NSD	/	I	/
9	B4	-10	2420	NSD	/	I	/
10	B5	-10	2623	NSD	/	I	/
11	B6	-10	2827	NSD	/	I	/
12	A6	-10	1930	NSD	/	I	/
13	A7	-10	1930	NSD	/	I	/
14	A8	-10	1930	NSD	/	I	/
15	A9	-10	1930	NSD	/	I	/
16	A10	-10	2131	NSD	/	I	/
17	B7	-10	2827	NSD	/	I	/
18	B8	-10	3035	NSD	/	I	/
19	B9	-10	3244	NSD	/	I	/
20	B10	-10	3455	NSD	/	I	/
21	B11	-10	3664	NSD	/	I	/
22	B12	-10	3895	NSD	/	I	/
23	门框Door	10/25	2524	NSD	/	I	/

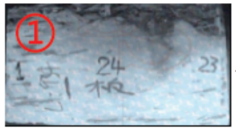
检测/tested by 余传江 审核/verification 吕方

签发日期 (issuing date) 2018.11.21

タワー溶接継ぎ目のUT、MT検査報告書を確認して、異常なしです。

▫事故原因の分析-タワー製造：材料の材質確認について①

サンプルの位置



④のMetallographic analysis写真

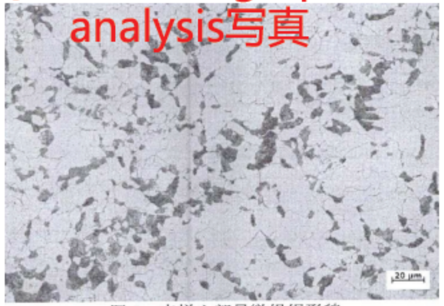


图 5　来样心部显微组织形貌

④の成分分析報告書

报告编号 No.: 2021-H-1381
页码 Page: 2 of 2

检 测 报 告
TEST REPORT

样品名称 Sample Name	塔架底法兰样块 1	客户编号 Sample Number	/
型号规格 Type&Specification	Q345E+Z25	炉号批号 Heat&Lot No	/
制造厂家 Manufacturer	/		
样品描述 Sample Description	实物		

化学分析 Chemical Analysis

测试依据 Ref Standard: GB/T 20123-2006; GB/T 20124-2006; GB/T 4336-2016

检测项目 Test Item	碳(C)	硅(Si)	锰(Mn)	磷(P)	硫(S)	铌(Nb)	钒(V)
结果 Result,%	0.16	0.24	1.35	0.010	0.001	0.030	0.047
检测项目 Test Item	钛(Ti)	铬(Cr)	镍(Ni)	铜(Cu)	钼(Mo)	氮(N)	/
结果 Result,%	0.002	0.053	0.039	0.009	<0.002	0.007	

备注: /
Note

以下空白
End of report

①の成分分析報告書

报告编号 No.: 2021-H-1382
页码 Page: 2 of 2

检 测 报 告
TEST REPORT

样品名称 Sample Name	塔架筒体样块 1	客户编号 Sample Number	/
型号规格 Type&Specification	Q345B	炉号批号 Heat&Lot No	/
制造厂家 Manufacturer	/		
样品描述 Sample Description	实物		

化学分析 Chemical Analysis

测试依据 Ref Standard: GB/T 20123-2006; GB/T 20124-2006; GB/T 4336-2016

检测项目 Test Item	碳(C)	硅(Si)	锰(Mn)	磷(P)	硫(S)	铬(Cr)	镍(Ni)
结果 Result,%	0.17	0.34	1.36	0.019	0.031	<0.02	<0.009
检测项目 Test Item	铜(Cu)	氮(N)	/				
结果 Result,%	0.014	0.005					

备注: /
Note

以下空白
End of report

①のMetallographic analysis写真

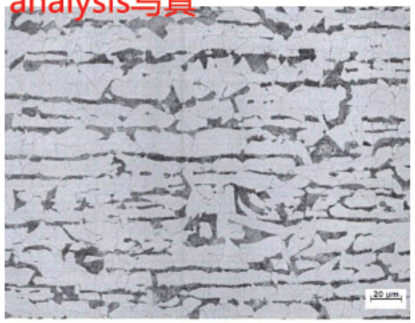


图 2　来样显微组织形貌
Fig. 2　Microstructure morphology of the sample

表 1

牌号	质量等级	化学成分a,b(质量分数)/%														
		C	Si	Mn	P	S	Nb	V	Ti	Cr	Ni	Cu	N	Mo	B	Als
					不大于											不小于
Q345	A	≤0.20	≤0.50	≤1.70	0.035	0.035	0.07	0.15	0.20	0.30	0.50	0.30	0.012	0.10	—	—
	B				0.035	0.035										
	C				0.030	0.030										0.015
	D	≤0.18			0.030	0.025										
	E				0.025	0.020										

判定基準の出典：規格（GB-T 1591-2008）

説明：事故機のサンプルを4つ（①②③④）取得し、代表的な①④を持って、成分分析及びMetallographic analysis（金属組織分析）を行いました。試験報告書により、タワー本体材料の材質は異常なし；タワー下フランジ材料の材質は異常なしです。

GHREPOWER

▫事故原因の分析-タワー製造：材料の材質確認について②

GXHJ11001

TIANJIN GOLDEN BRIDGE WELDING MATERIALS GROUP CO.,LTD
天津市金桥焊材集团有限公司

金桥焊材

MILL CERTIFICATE
产品质量证明书

NO. 890000185865

GB/T 19001-2008 - ISO9001: 2008

Commodity 品名	Trade Model 牌号	GB Model 国标型号	AWS Model 美标型号	Size 规格	Batch No. 批号	Execute Standard 执行标准
烧结焊剂	JQ.SJ101	F4A2-H08MnA	F6A0-EM12	10-60目	16127015	GB/T 5293-1999及AWS A5.17-97

Chemical Composition of Sintered Flux 烧结焊剂化学成分(%)

Items 项目	Requirement 标准要求	Test Result 实测值
CaO+MgO	—	27.00
Al_2O_3+MnO	—	26.00
SiO_2+TiO_2	—	28.00
CaF_2	—	17.00
S	≤0.060	0.023
P	≤0.080	0.035

Mechanical Properties of Deposited Metal 熔敷金属力学性能

Items 项目		Requirement 标准要求	Test Result 实测值
Tensile Strength 抗拉强度R_m(N/mm^2)		415—550	528
Yield Strength 屈服强度R_{eL}或$R_{p0.2}$(N/mm^2)		≥330	426
Percentage Elongation after Fracture 伸长率A(%)		≥22.0	32.0
V-notch Impact Test V型缺口冲击试验	Impact Temp. 试验温度(℃)	-20	-20
	Absorbed Energy 吸收能量KV_2(J)	≥27	[illegible]

Others 其他

Items 项目	Requirement 标准要求	Test Result 实测值
Radiographic Inspection 焊缝射线探伤	I级	I级
H_2O(%)	≤0.10	0.013
Particle Size(<0.25mm) 颗粒度<60目(%)	≤5.00	0.012
Particle Size(>2.00mm) 颗粒度>10目(%)	≤2.00	0.018
Mechanical Inclusion 机械夹杂(%)	≤0.30	0.012

Approved by 产品认证: CCS、LR、BV、ABS、DNV、GL、NK

Remarks 备注: Complied with CCS《Rules for Materials and Welding》满足CCS《材料与焊接规范》
OUD: 80523354

WE HEREBY CERTIFY THAT THIS REPORT IS CORRECT AND THAT ALL TEST RESULTS ARE IN COMPLIANCE WITH THE SPECIFICATION DESCRIBED HEREIN THE MANUFACTURING PROCESS OF OUR PRODUCT IS IN ACCORDANCE WITH THE CERTIFICATION CONDITION.WE ARE RESPONSIBLE FOR THE QUALITY OF OUR PRODUCTS.
兹证明此报告所载实测结果符合确并符合适用规范要求。产品的生产制造过程与认可条件保持一致。我们承诺对该产品质量负责。

制表：李艳伶　审核：
制表日期：2017年03月
QUALITY ASSURANCE DEPARTMENT 质量保证部

Add: No.1, LiuJing Road, DongLi Development Area, TianJin, CHINA
地址：中国天津市东丽开发区六经路1号　Post Code: 300300
Tel:(86)-(022)-58296666
WebSite:WWW.TJGoldenBridge.com
Fax:(86)-(022)-24992135
E-Mail:Market@TJGoldenBridge.com

GXHB17003

TIANJIN GOLDEN BRIDGE WELDING MATERIALS GROUP CO.,LTD
天津市金桥焊材集团有限公司

金桥焊材

MILL CERTIFICATE
产品质量证明书

NO. 890000158003

GB/T 19001-2008 - ISO9001: 2008

Commodity 品名	Trade Model 牌号	GB Model 国标型号	AWS Model 美标型号	Size 规格	Batch No. 批号	Execute Standard 执行标准
碳钢埋弧焊丝	JQ.H10Mn2	H10Mn2	EH14	4.0(25kg)	03192066	GB/T 5293-1999

Chemical Composition of Welding Wires 焊丝化学成分(%)

Items 项目	Requirement 标准要求	Test Result 实测值
C	≤0.120	0.073
S	≤0.035	0.009
Mn	1.50—1.90	1.72
Si	≤0.070	0.044
P	≤0.035	0.006
Cr	≤0.200	0.022
Ni	≤0.300	0.005
Cu	≤0.35	0.108

Mechanical Properties of Deposited Metal 熔敷金属力学性能

Items 项目		Requirement 标准要求	Test Result 实测值
Tensile Strength 抗拉强度R_m(N/mm^2)		480—650	534
Yield Strength 屈服强度R_{eL}或$R_{p0.2}$(N/mm^2)		≥400	437
Percentage Elongation after Fracture 伸长率A(%)		≥22.0	31.5
V-notch Impact Test V型缺口冲击试验	Impact Temp. 试验温度(℃)	-40	-40
	Absorbed Energy 吸收能量KV_2(J)	≥27	134、124、129

Others 其他

Items 项目	Requirement 标准要求	Test Result 实测值
Radiographic Inspection 焊缝射线探伤	I级	I级

Approved by 产品认证: CCS、LR、ABS、DNV、GL、NK、KR

Remarks 备注: Complied with CCS《Rules for Materials and Welding》满足CCS《材料与焊接规范》配合JQ.SJ101焊剂
OUD: 80469290

WE HEREBY CERTIFY THAT THIS REPORT IS CORRECT AND THAT ALL TEST RESULTS ARE IN COMPLIANCE WITH THE SPECIFICATION DESCRIBED HEREIN THE MANUFACTURING PROCESS OF OUR PRODUCT IS IN ACCORDANCE WITH THE CERTIFICATION CONDITION.WE ARE RESPONSIBLE FOR THE QUALITY OF OUR PRODUCTS.
兹证明此报告所载实测结果符合确并符合适用规范要求。产品的生产制造过程与认可条件保持一致。我们承诺对该产品质量负责。

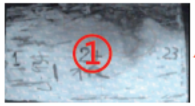
制表：刘德静　审核：
制表日期：2016年05月01日
QUALITY ASSURANCE DEPARTMENT 质量保证部

Add: No.1, LiuJing Road, DongLi Development Area, TianJin, CHINA
地址：中国天津市东丽开发区六经路1号　Post Code: 300300
Tel:(86)-(022)-58296666
WebSite:WWW.TJGoldenBridge.com
Fax:(86)-(022)-24992135
E-Mail:Market@TJGoldenBridge.com

溶接棒、溶接剤などの材料証明を審査して、プロセス要求を満たし、母材へもマッチングします。異常なしです。

◘事故原因の分析-タワー製造：材料の性能確認について

サンプルの位置



③の性能試験報告書

报告编号 No.: 2021-L-1320
of 3

检 测 报 告
TEST REPORT

样品名称 Sample Name	塔架底法兰样块 1	环境温度 Room Temperature	18℃
型号规格 Type&Specification	/	炉号批号 Heat&Lot No	/
制造厂家 Manufacturer	/		
样品描述 Sample Description	来样加工成圆棒拉伸试样 1 件		

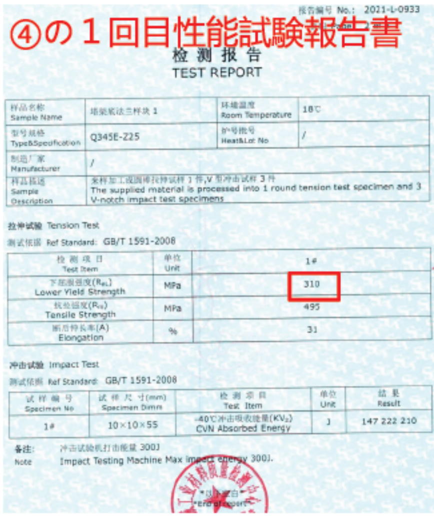
拉伸试验 Tension Test

测试依据 Ref Standard: GB/T 228.1-2010

检测项目 Test Item	单位 Unit	1#
下屈服强度(R_{eL}) Lower Yield Strength	MPa	310
抗拉强度(R_m) Tensile Strength	MPa	491
断后伸长率(A) Elongation	%	36.5

备注 Note: /

以下空白
End of report



④の１回目性能試験報告書

报告编号 No.: 2021-L-0933

检 测 报 告
TEST REPORT

样品名称 Sample Name	塔架底法兰样块 1	环境温度 Room Temperature	18℃
型号规格 Type&Specification	Q345E-Z25	炉号批号 Heat&Lot No	/
制造厂家 Manufacturer	/		
样品描述 Sample Description	来样加工成圆棒拉伸试样 1 件,V 型冲击试样 3 件 The supplied material is processed into 1 round tension test specimen and 3 V-notch impact test specimens		

拉伸试验 Tension Test

测试依据 Ref Standard: GB/T 1591-2008

检测项目 Test Item	单位 Unit	1#
下屈服强度(R_{eL}) Lower Yield Strength	MPa	310
抗拉强度(R_m) Tensile Strength	MPa	495
断后伸长率(A) Elongation	%	31

冲击试验 Impact Test

测试依据 Ref Standard: GB/T 1591-2008

试样编号 Specimen No	试样尺寸(mm) Specimen Dimm	检测项目 Test Item	单位 Unit	结果 Result
1#	10×10×55	-40℃冲击吸收能量(KV_2) CVN Absorbed Energy	J	147 222 210

备注 Note: 冲击试验机打击能量 300J
Impact Testing Machine Max impact energy 300J.

以下空白
End of report

④の2回目性能試験報告書

2021-L-1321
2 of 3

检 测 报 告
TEST REPORT

样品名称 Sample Name	塔架底法兰样块 2	环境温度 Room Temperature	18℃
型号规格 Type&Specification	/	炉号批号 Heat&Lot No	/
制造厂家 Manufacturer	/		
样品描述 Sample Description	来样加工成圆棒拉伸试样 1 件		

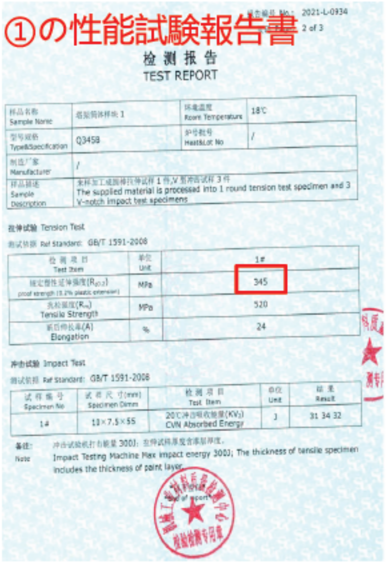
拉伸试验 Tension Test

测试依据 Ref Standard: GB/T 228.1-2010

检测项目 Test Item	单位 Unit	1#
下屈服强度(R_{eL}) Lower Yield Strength	MPa	322
抗拉强度(R_m) Tensile Strength	MPa	501
断后伸长率(A) Elongation	%	31.0

备注 Note: /

以下空白
End of report



①の性能試験報告書

报告编号 No.: 2021-L-0934
2 of 3

检 测 报 告
TEST REPORT

样品名称 Sample Name	塔架筒体样块 1	环境温度 Room Temperature	18℃
型号规格 Type&Specification	Q345B	炉号批号 Heat&Lot No	/
制造厂家 Manufacturer	/		
样品描述 Sample Description	来样加工成圆棒拉伸试样 1 件,V 型冲击试样 3 件 The supplied material is processed into 1 round tension test specimen and 3 V-notch impact test specimens		

拉伸试验 Tension Test

测试依据 Ref Standard: GB/T 1591-2008

检测项目 Test Item	单位 Unit	1#
规定塑性延伸强度($R_{p0.2}$) proof strength (0.2% plastic extension)	MPa	345
抗拉强度(R_m) Tensile Strength	MPa	520
断后伸长率(A) Elongation	%	24

冲击试验 Impact Test

测试依据 Ref Standard: GB/T 1591-2008

试样编号 Specimen No	试样尺寸(mm) Specimen Dimm	检测项目 Test Item	单位 Unit	结果 Result
1#	10×7.5×55	20℃冲击吸收能量(KV_2) CVN Absorbed Energy	J	31 34 32

备注 Note: 冲击试验机打击能量 300J; 拉伸试样厚度含漆层厚度。
Impact Testing Machine Max impact energy 300J; The thickness of tensile specimen includes the thickness of paint layer.

End of report

規格（GB-T 1591-2008）

表 6　钢材的拉伸性能

牌号	质量等级	拉伸试验 a,b,c 以下公称厚度（直径，边长）下屈服强度（R_{eL}）/MPa ≤16 mm	>16 mm ~ 40 mm	>40 mm ~ 63 mm	>63 mm ~ 80 mm	>80 mm ~ 100 mm	>100 mm ~ 150 mm	>150 mm ~ 200 mm	>200 mm ~ 250 mm	>250 mm ~ 400 mm	以下公称厚度（直径，边长）抗拉强度（R_m）/MPa ≤40 mm	>40 mm ~ 63 mm	>63 mm ~ 80 mm	>80 mm ~ 100 mm	>100 mm ~ 150 mm	>150 mm ~ 250 mm	>250 mm ~ 400 mm	断后伸长率（A）/% 公称厚度（直径，边长） ≤40 mm	>40 mm ~ 63 mm	>63 mm ~ 100 mm	>100 mm ~ 150 mm	>150 mm ~ 250 mm	>250 mm ~ 400 mm
Q345	A B C	≥345	≥335	≥325	≥315	≥305	≥285	≥275	≥265	—	470~630	470~630	470~630	470~630	450~600	450~600	—	≥20	≥19	≥19	≥18	≥17	—
	D E									≥265							450~600	≥21	≥20	≥20	≥19	≥18	≥17

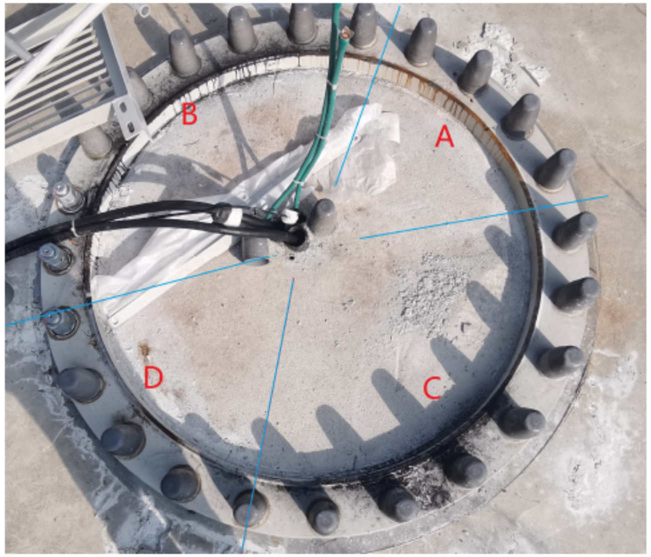
判定基準：規格（GB-T 1591-2008）により、実際材料の引っ張り試験の屈服強度結果数値は325MPaより大きい場合、材料の強度は異常なしとのことが判明されます。

説明：A,①番サンプルの性能試験を実施して、試験報告書により、タワー本体材料の屈服強度数値は345MPaで、異常なし。

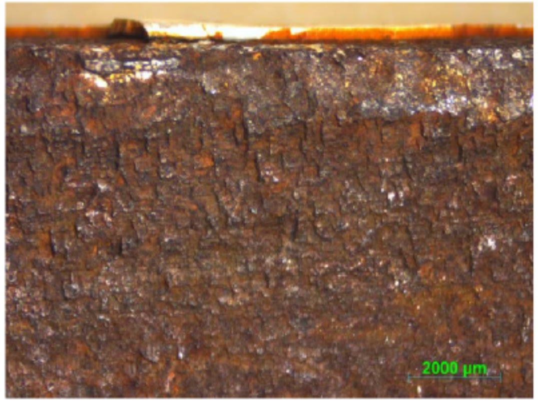
B,②タワー下フランジの③④サンプルについて、計３回の性能試験を実施して、屈服強度の平均値は314MPaで、最小数値の310MPaは材料規格の要求の325MPaより2.8%低下することが判明されます。310MPaでも、タワーの設計極限要求（285.6MPa）に満たすため、この強度低下の原因で、風車の倒壊を起こる可能性が非常に低いと思われます。

GHREPOWER

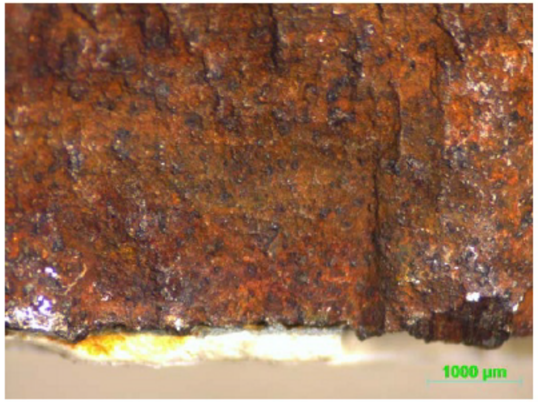
▫事故原因の分析-タワー製造：材料の確認ー断裂面の分析について



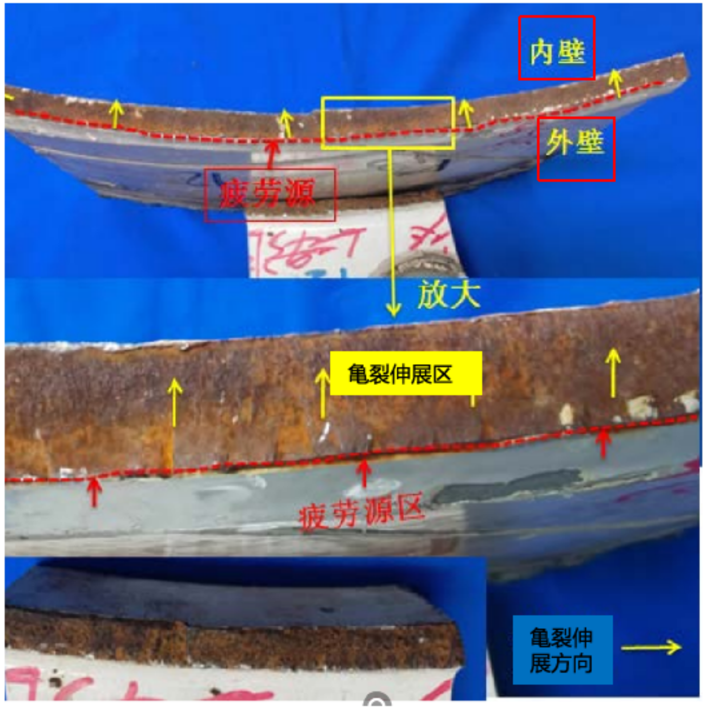
A:亀裂開始エリア；
B,C ：亀裂伸展エリア；
D：引き裂くエリア。
Aエリアには亀裂の発生を始まり、 B、Cエリアまでにゆっくりまたは持続的に広がります。B、Cエリアに亀裂が急速に伸展し、Dエリアまでに広がり後急に完全に引き裂かれて、風車が倒壊しました。
Aエリアの亀裂の発生時間が長いため、湿っぽい空気にさらされて錆びが発生します。
B，Cエリアは亀裂開口が大きいため，相対摩擦が発生し，フランジには黒い摩擦鉄粉が残っています。



Aエリア
断裂局部拡大写真（ 10X）



Aエリア
断裂局部拡大写真（ 20X）

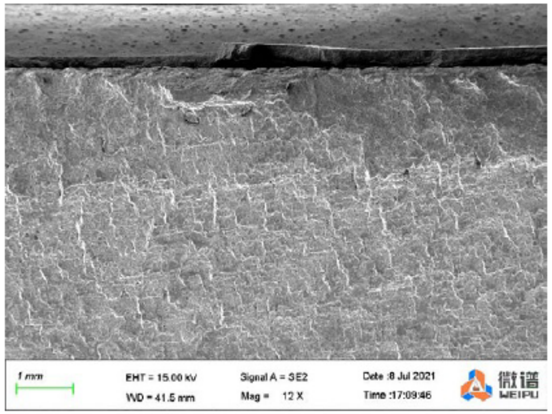


Aエリア亀裂分析図

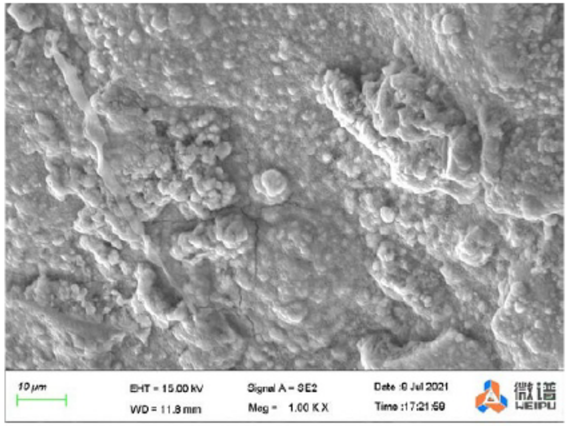
写真出典：第三者分析報告書「 WP-21076552-JC-01 」

黄色矢印方向は亀裂伸展方向です。亀裂はフランジの外壁から内壁及び左側まで伸展します。

▫事故原因の分析-タワー製造：材料の確認ー断裂面の分析について



断裂面疲労源局部SEM図（ 12X ）



断裂面疲労源局部SEM図（ 1000X ）

表 1　断口 EDS 测试结果

元素	C	O	Na	Al	Si	Ca	Mn	Fe	Zn	Nb
1	9.30	**30.93**	1.88	1.00	0.91	1.43	0.23	**42.64**	**11.35**	0.32
2	12.39	**16.95**	0.67	0.52	0.73	2.70	0.38	**53.56**	**11.73**	0.37
3	13.59	**23.53**	1.33	0.32	0.47	1.00	0.56	**46.48**	**12.23**	0.48
4	2.28	**6.35**	0.03	0.00	0.00	0.94	0.51	**81.78**	**7.73**	0.39

注解:

1. 所给结果为质量百分比。
2. EDS 为定性半定量分析，测试结果仅供参考。
3. 测试位置见图 34。

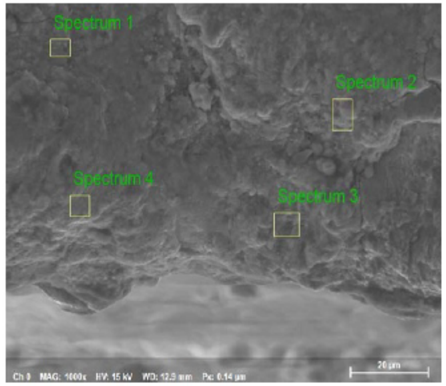
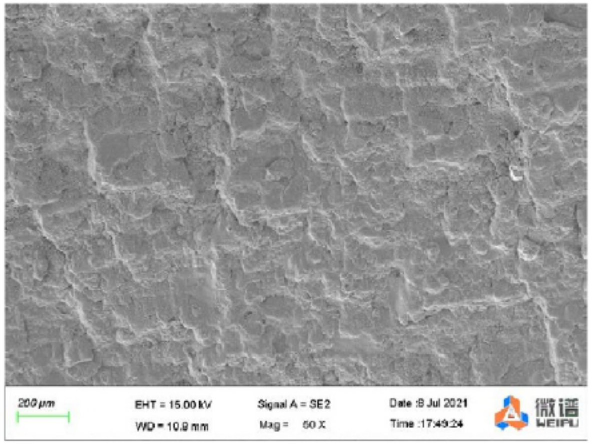
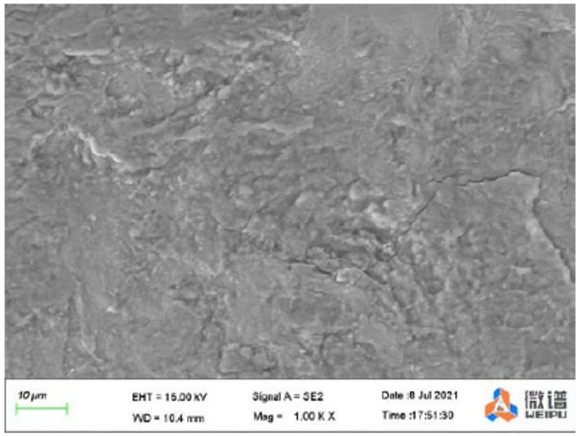


图 34　断口 EDS 测试位置（1000X）

Aエリア断裂面分析図



断裂面疲労源局部SEM図（ 50X ）



断裂面疲労源局部SEM図（ 1000X ）

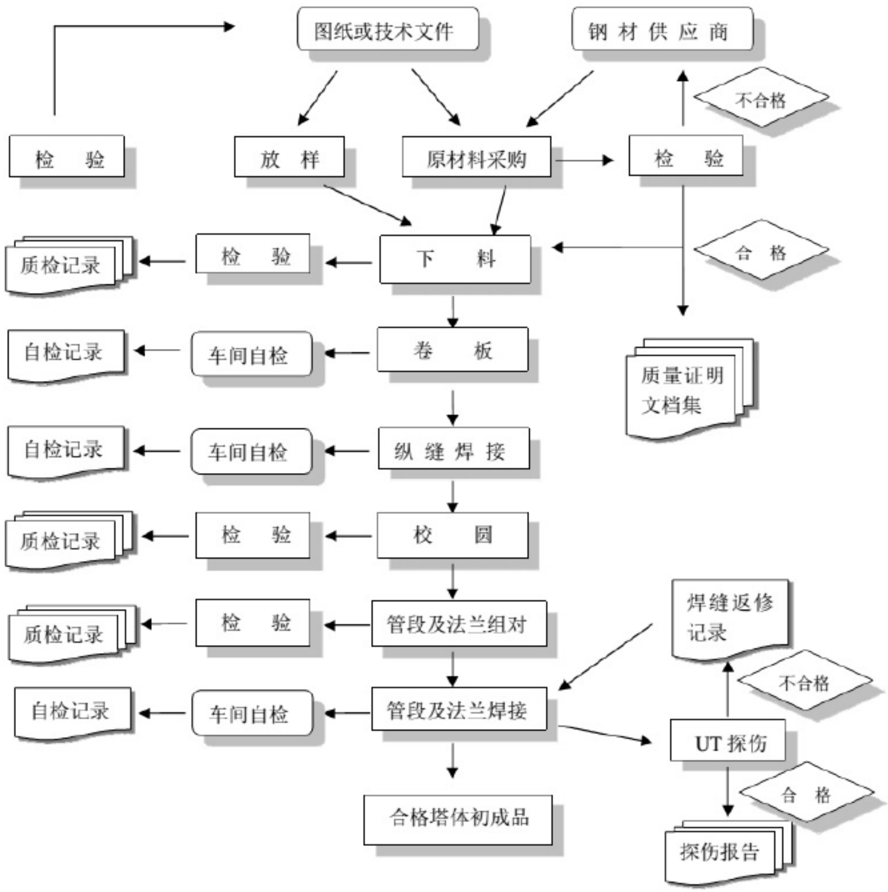
写真出典：第三者分析報告書「 WP-21076552-JC-01 」

断面特性は疲労断裂であり，疲労源はタワーフランジ外壁に線形で分布し、外壁から内壁までに伸展します。

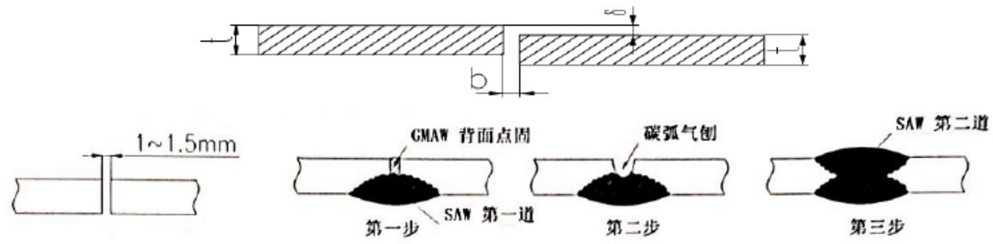
GHREPOWER

▫事故原因の分析-タワー製造：製造プロセスー溶接プロセスの検査について

3.3.1　塔身制作流程图　　タワー製造プロセスについて



7.2.3　环缝对口错边量 δ ≤0.1tmm，且最大不超过 1.5mm，在测量对口错边量 δ时，不应计入两板厚度差值，t 为钢板公称厚度（mm）。环缝对口间隙 b≤3mm，b 为环缝对口间隙。



接头尺寸图　　焊接顺序图

出典：溶接プロセス

7.3.2.2　环缝对口错边量(见图 6) h 应≤0.1t，且最大不超过 2 mm，在测量对口错边量 h 时，不应计入两板厚度差值，t 为钢板厚度(mm)。

6

出典： GB/T19072-2010　風力発電機のタワー

製造プロセスは規格に満たし、溶接継ぎ目の食い違い要求は規格の要求を上回ります。溶接方式は設計図面と一致します。

GHREPOWER

▫事故原因の分析-タワー製造：管理ー生産過程の管理検査について

焊工钢印号

产品自编号：D6-(8～12）预埋

序号	姓名	性別	焊工钢印
1	彭志辉	男	5
2	何增峰	男	C
3	李占峰	男	G
4	王志刚	男	3

1.彭志辉：钢印号 5

2.何增峰：钢印号 C

国星实业设备清单---管塔车间

序号	设备名称	型号	供应商	设备自编号	加工能力	数量
1	数控火焰等离子切割机	GS	无锡华联科技有限公司	GX-A-013	厚度0-25mm	1台
2	钢板运输小车		自制	GX-A-014		1台
3	数显万能卷板机	WLLS20*2500	南通特力锻压机床有限公司	GX-A-015	厚度0-20mm长度2500	1台
4	三辊卷板机	WLLXNC-25*3000	镇江康兴卷板机制造有限公司	GX-A-016	厚度0-25mm长度3000	1台
5	三辊卷板机	WLLS30*2500	南通特力锻压机床有限公司	GX-A-017	厚度0-30mm长度2500	1台
6	外环十字架焊接中心		无锡华联科技有限公司	GX-A-018	工作范围*3000-3500	1台
7	内环十字架焊接中心		无锡硕琦	GX-A-020	工作范围*4000-5000	1台
8	滚轮架			GX-A-019	承重10T	1台
9	组队滚轮架			GX-A-021	承重5T	1台
10	滚轮架	10T	无锡铭阳	GX-A-022	承重10T	1台
11	组队滚轮架	YKT	无锡联翔机械设备有限公司	GX-A-023	承重5T	1台
12	内纵十字架焊接中心		无锡联翔机械设备有限公司	GX-A-024	工作范围*2000-2000	1台
13	埋弧焊机小车			GX-A-025		1台
14	滚轮架			GX-A-026	承重5T	1台
15	补焊滚轮架			GX-A-027	承重2T	1台
16	拼装滚轮架			GX-A-028	承重5T	1台
17	拼装滚轮架			GX-A-029	承重5T	1台
18	角钢打印机	DZ100		GX-A-030		1台
19	冲剪机	Q35Y-20A		GX-A-031	0.75KW，200PA	1台
20	三辊卷板机	WLL-20*2500	镇江康兴卷板机制造有限公司	GX-A-032	厚度0-20mm长度2500	1台
21	喷砂房砂罐		江苏众人	GX-A-042	压力0.75MPa容积1立方米	1台
22	喷砂房砂罐		江苏众人	GX-A-043	压力0.75MPa容积1立方米	1台
23	除尘器		江苏众人	GX-A-044		1台
24	冷干机	150型	广东中山宏大	GX-A-045	[illegible]	1台
25	螺杆空压机	LG110A-8/110	浙江红五环	GX-A-046	容积21m³/min	1台
26	热处理	ZWK-1-360KW	吴江诚信焊接	GX-A-051	功率360KW	1台
27	外纵滚轮架			GX-A-78	承重5T	1台
28	除湿机		鑫岛	GX-A-81	5-38°c	1台
29	焊剂烘干机	YJJ-A-200		GX-A-82	最高温度450可供容量200Kg	1台
30	保温储藏箱	ZYHC-60		GX-A-83	最高温度150可供焊条60Kg	1台
31	智能气动标记	Windows XP版本	济南鲁晶数控设备		30mm*150mm	1台
32	林肯电源	Powerplus10	上海林肯	GX-B-016		1台

上海致远绿色能源股份有限公司

表单号：FR70701-05　密级：公开　流水号：ZY2015010?

供应商调查评估表

评估时间：2015年 1 月 8 日

评估时机：☐初次评估　☐发生重大质量事故/异常　☑年度情况

评估部门：采购部　技术部　品质部　生产部

第一部分 公司基本资料（由供应商填写）

1	公司名称：	浙江国星实业有限公司
2	公司地址：	浙江省湖州市安吉县塘浦工业区
3	公司负责人（姓名）：	朱月水　电话：15088302048　传真：0572-5211827
4	品质负责人姓名：	吴金龙　电话：15657257923　传真：0572-5211827
6	企业性质：	☑国内独资　☐上市公司　☐中外合资　☐其它
6	公司成立时间(年)：	2009年
7	公司占地面积(平方米)：	91198平方米
8	公司展厅面积(平方米)：	
9	主要客户及销售市场：	Endurance wind Power（英国.加拿大）　HUB（澳大利亚）·国内
10	每年约开发多少款新产品：	100以上
11	年营业额：	2.5亿
12	职工总数：	200人：其中职员：45人；工人：[illegible]人；QC：9人
13	订货提前时间：	~~[illegible]~~ 50天
14	最低订购量：	10
15	是否取得ISO9001证书：	是☑　否☐
16	是否取得CE证书：	是☑　否☐

17 主要生产产品：

名称	生产线（条）或其它	每（日/月）产量(只pcs/套set)
A：风力发电塔塔筒	风力发电塔车间	500吨/月
B：灯杆	机械制造车间	5000吨/月
C：钢结构部件	钢结构车间	1500吨/月

18 生产设备：

名称	数量(台)	名称	数量(台)	名称	数量(台)
A：数控切割机	4台	D：行车	20台	G：[illegible]	1台
B：卷板机	2台	E：[illegible]	60台	H：喷砂机	3套
C：埋弧焊机	6台	F：[illegible]	4台	I：喷漆房	2套

19 检测设备：

名称	数量(台)	名称	数量(台)	名称	数量(台)
A：涂层测厚仪	3台	D：[illegible]	1台	G：钢直尺	10把
B：焊接检验尺	5台	E：[illegible]	1台	H：超声波探伤仪	1台
C：游标卡尺	4把	F：[illegible]	1台	I：[illegible]	1台

是否使用此供应商：☑可用　☐不可用　批准：

CERTIFICATE

of conformity of the factory production control

No. 2435-CPR-8600258

LL-C Certification

In compliance with Regulation 305/2011/EU of the European Parliament and of the Council of 9 March 2011 (the Construction Products Regulation or CPR), this certificate applies to the construction product:

Wind Power Steel Structure according to EN 1090-2

Execution class: EXC3
CE marking methods: method 3a
Area and extent of use: Statically & Dynamically loaded steel construction
Welding processes: 121, 136
Groups of basic materials: 1.1, 1.2
Authorized employees of supervision: Ing. Shi Gongxi, IWE

produced by or for
Zhejiang GuoXing Industrial Co.,Ltd
Tangpu Industrial Zone, Anji, Huzhou, Zhejiang, China

and produced in the manufacturing plant
Zhejiang GuoXing Industrial Co.,Ltd, Tangpu Industrial Zone, Anji, Huzhou, Zhejiang, China

This certificate attests that all provisions concerning the assessment and verification of constancy of performance described in Annex ZA of the standard

EN 1090-1:2009 + A1:2011

under system 2+ for the performances set out in this certificate are applied and that the factory production control fulfills all the prescribed requirements set out above.

This certificate was first issued on 9th December 2014 and will remain valid as long as the test methods and/or factory production control requirements included in the harmonised standard, used to assess the performance of the declared essential characteristics, do not change, and the construction product, and the manufacturing conditions in the plant are not modified significantly, unless suspended or withdrawn by the product certification body.

Praha, 9th December 2014

validity code: F0CD7SCA-FE3

LL-C (Certification) Czech Republic s.r.o. | Pobřežní 620/3, 186 00 Praha 8

仕入れ先の作業員の技能（資格）、製造工場の資格を検査して、異常なしです。

GHREPOWER

▫事故原因の分析-その他の原因：風車建設及び保守検査について

①組立時、製造メーカー技師の指導があったが、風車組立記録表（組立マニュアルに従い、風車組立完了後提出必要）がないため、組立に不適合行為があるかどうかについて、証拠不足で判定できない。

②＊定期的メンテ：

メーカーのメンテナンスマニュアルの規定に従って、初期メンテ（2019年8月）/半年メンテ（2020年2月）/年度メンテ（2020年8月）を実施した記録がない。

＊台風など自然災害後、臨時点検：

2020年９月の９号台風及び10号台風が経過後の臨時点検を実施した記録がない。

メンテナンス時間（年）は初回運行から計算する。メンテナンス周期は、作業内容により、A、B、C、X（X1 X2）計四種類に分けて記載しています。

メンテナンスコード X1、X2 は拡張を示します。X1 は三年ごとに、X2 は五年ごとに実施する作業項目である。

メンテナンスリストに X1、X2 で標識してるメンテナンス項目は当該ランクのメンテナンス作業で実施する。

1）メンテナンス A：運 転後 1～3 ヶ月のメンテナンスである。風力発電ユニットの運転メンテナンス計画中に一 回執行する。全てのボルトを締め直す。

2）メンテナンス B：半年毎にメンテナンスする。メンテナンス B 実施時間の誤差は±1っヶ月。

3）メンテナンス C：1年毎にメンテナンスする。トルク表の規定値に従いボルト締め検査を実施して、重複検査しないように検査後標識してください。緩めたボルトが発見されたら当該項目全てのボルトを締めて記録してください。メンテナンス B 実施時間の誤差は±1っヶ月。

⚠定期メンテナンス以外、悪天候や災害の後に、風力発電ユニット検査とメンテナンスを実施する必要がある。

通常メンテナンスや台風メンテナンス以外で、必要がある場合、風車や個別の部品を検査してください。

1.台風天気、風速 45m/s 以上の台風が直撃した場合

2.地震災害、地震強度がレベル 5 以上、震源から 100ｋｍ以内である場合。、

3.風力ユニットに落雷が確認され運転に異常をきたしている場合（雷天気や落雷季節に、都合がよければ、避雷器や避雷モジュールを検査することをお勧めします）。

37 / 54

出典：メーカーの19.7kw風車メンテナンスマニュアル

＊EPCのナチュラルエナジークリエイト社から風車は設置したから2020年8月まで、定期的な目視巡回検査を実施したことがあったが、記録は残されていないと言われた。

GHREPOWER

▣ 事故原因究明の結論

上記の調査と分析に基づいて、以下の結論が得られます。

1.タワー実際の溶接継ぎ目の位置が図面と一致しなく、塔筒の内壁とフランジの内壁の食い違いがあること。

2.タワーの生産過程で、円型溶接継ぎ目の食い違いに対して検査を実施したが、検査箇所が少ない。検査不完備のため、食い違いの識別が出来なかったまま製品を出荷したこと。

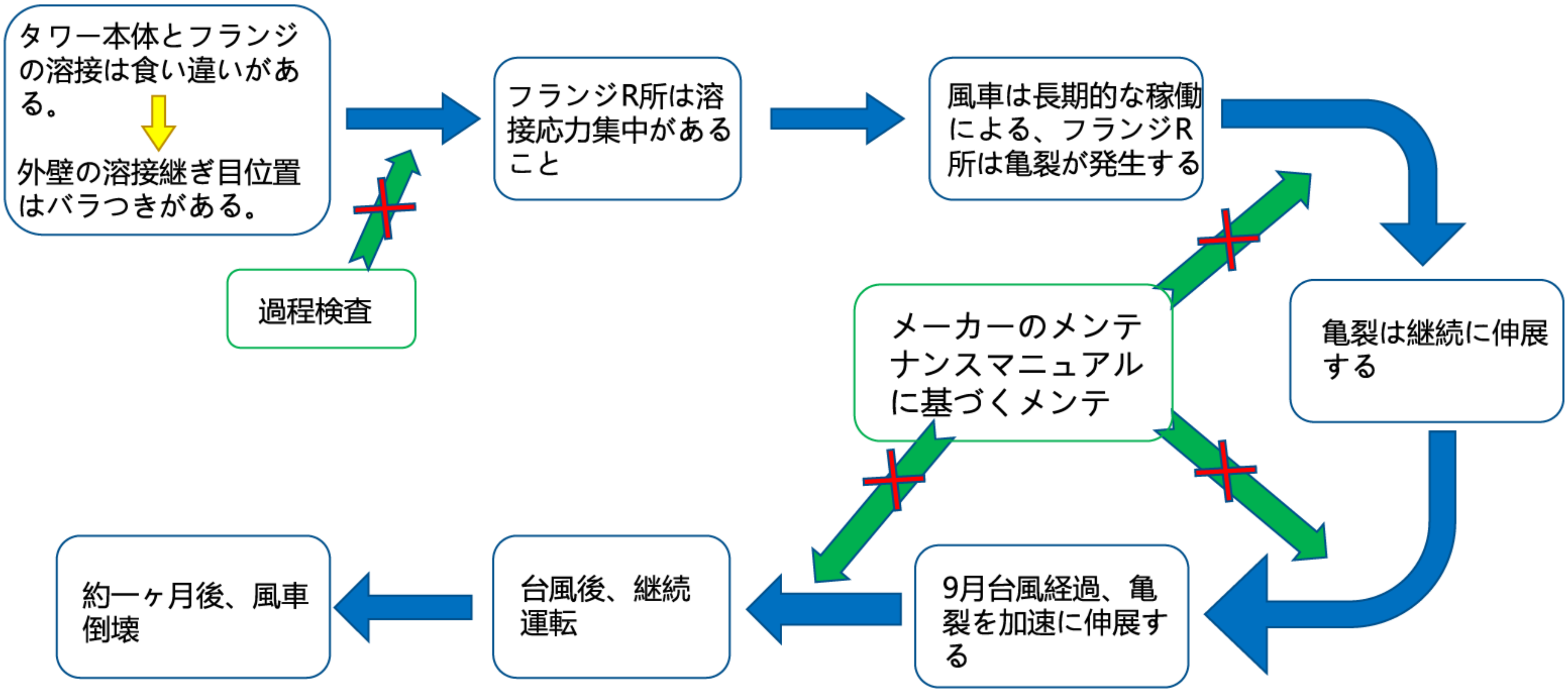
3.タワー内壁とフランジ内壁の食い違いことにより外壁溶接継ぎ目がR角に接近する、タワーに応力が集中し、寿命が急激に低下された。

4.タワーに応力集中されるところは長期運行により、疲労損傷が亀裂まで発展される。疲労源は応力集中されるところにある。

5.2020年9月の2回の台風は亀裂の伸展を加速したこと。

6.規定なメンテナンスは一回でも実施したことがない為、亀裂及び異常なことが識別されなかった。風車が続いて稼働して倒壊したこと。

事故機倒壊推論図


タワー本体とフランジの溶接は食い違いがある。
外壁の溶接継ぎ目位置はバラつきがある。
過程検査
フランジR所は溶接応力集中があること
風車は長期的な稼働による、フランジR所は亀裂が発生する
亀裂は継続に伸展する
メーカーのメンテナンスマニュアルに基づくメンテ
9月台風経過、亀裂を加速に伸展する
台風後、継続運転
約一ヶ月後、風車倒壊

再発防止対策について@まとめ

①健全機に対して：
（事故機以外40機風車）

1、全数風車に対し、目視検査を実施しました。
2、４割風車（同ロット下フランジ原材料を利用した風車）に対し、非破壊探傷検査を実施しました。
3、全数風車に対し、食い違い検査を実施しました。
4、検査結果を分析し、リスク等級を分別しました。
高リスク：振動センサー改良＋タワー交換
低リスク：補強リング追加設置＋振動センサー改良＋メンテ頻度増加
許容リスク：振動センサー改良＋メンテ確保

②今後出荷品について：

製造工場向け：食い違い検査点を増加しました。
溶接継ぎ目の寸法検査及び目視検査の実施を要求しました。

GHRE向け：品質コントロールを強化しました。
食い違い検査及び寸法検査について、全数で実施します。

運営及びメンテについて：

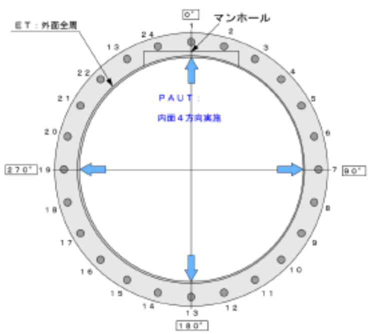
定期的メンテナンスを実施する重要性を周知しました。

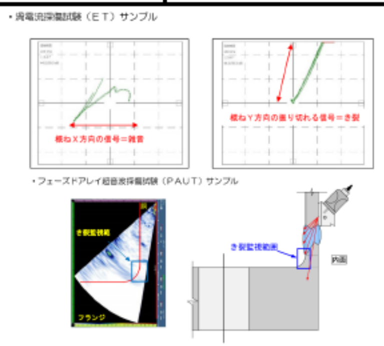
台風など自然災害が発生後、事業主に臨時メンテナンスの注意を通告します。

▣再発防止対策について①：健全機再発防止対策（１）

健全機に対して、以下の再発防止対策を実施します。

項目	事故機	鷹島風車	同ロット下フランジ原材料を利用した風車	同型式風車（日本において設置された全てのHY16/19.7風車、NK認証番号：TC–0018）
基数	１基	5基（事故機を含む；16基中の５基）	16基（41基中の16基）	41基
検査内容	①サンプル検査（材質、性能、食い違い寸法など）を実施しました。	①目視検査を実施しました。	①目視検査を実施しました。	①3月20日まで41基風車の目視検査を実施しました。異常なしです。
	②食い違い及び風向、地形などの分析を実施しました。	②事故機以外の４基風車に対して非破壊探傷検査を実施しました。異常なしです。	②非破壊探傷検査を実施しました。異常なしです。	
		③溶接継ぎ目の食い違い寸法検査及び風向、地形などの分析を実施しました。結果はスライド36にて報告します。	③溶接継ぎ目の食い違い寸法検査の実施及び風向、地形などの分析を実施しました。結果はスライド36にて報告します。	②溶接継ぎ目の食い違い寸法検査の実施及び風向、地形などの分析を実施しました。結果はスライド36にて報告します。





非破壊探傷検査

食い違い寸法検査

GHREPOWER

▣再発防止対策について①：健全機再発防止対策（２）

NO.	SCADA番号	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
1	HY16-19.7-16-0001 [illegible]55-1	2017/05/24	2017/09/07	青森県	N41°1'38"	E141°14'21"	GXTF6-20-001	30m杆フランジ式	3月前実施済、異常なし	
2	HY16-19.7-16-0002 稚内-1	2017/09/28	2017/10/02	北海道	N45°23'47"	E141°43'13"	GXTF6-20-002	30m杆フランジ式	3月前実施済、異常なし	
3	FD16-19.7_16-0003 [illegible]	2017/10/11	2017/10/27	秋田	N39°58'12"	E139°44'1"	GXTF6-20-009	30m杆フランジ式	3月前実施済、異常なし	
4	FD16-19.7_16-0004 六所村1	2017/08/28	2017/11/20	青森県	N40°59'36"	E141°17'7"	GXTF6-20-005	30m杆フランジ式	3月前実施済、異常なし	
5	FD16-19.7_16-0005 六所村2	2017/08/30	2017/11/20	青森県	N40°59'33"	E141°17'11"	GXTF6-20-004	30m杆フランジ式	3月前実施済、異常なし	
6	HY16-19.7_16-0006 [illegible]2号	2017/10/17	2018/01/20	青森県	N40.764579	E140.055608	GXTF6-20-011	30m杆フランジ式	3月前実施済、異常なし	
7	HY16-19.7_16-0007 [illegible]2号	2017/11/01	2018/01/20	青森県	N40.745443	E140.030624	GXTF6-20-012	30m杆フランジ式	3月前実施済、異常なし	
8	HY16-19.7_16-0008 [illegible]	2018/01/14	2018/01/24	北海道	N44.714782	E141.785916	GXTF6-20-013	30m杆フランジ式	3月前実施済、異常なし	
9	HY16-19.7_16-0009 風間浦1	2017/08/18	2018/02/06	青森県	N41°31'41.00"	E140°56'21.00"	GXTF6-20-010	30m杆フランジ式	3月前実施済、異常なし	
10	HY16-19.7_16-0010 大間町[illegible]4	2017/10/14	2018/02/06	青森県	N41°28'33.35"	E140°53'57.40"	GXTF6-20-006	30m杆フランジ式	3月前実施済、異常なし	
11	HY16-19.7_16-0011 [illegible]69-87	2018/02/15	2018/06/08	青森県	N41°17'33"	E141°13'0"	GXTF6-20-014	30m杆フランジ式	3月前実施済、異常なし	
12	HY16-19.7_16-0012 北海道[illegible]	2018/06/23	2018/06/28	北海道	N44°57'33"	E141°42'21"	GXTF6-20-015	30m杆フランジ式	3月前実施済、異常なし	
13	HY13-19.7-13-0013 長崎平戸第一	2018/08/20	2018/11/08	青森県	N33°25'52"	E129°25'46	GXTF6-20-023	30m杆フランジ式	3月前実施済、異常なし	
14	HY16-19.7_16-0014 ドリーム2	2018/09/15	2018/09/20	青森県	N41°29'54"	E140°55'31"	GXTF6-20-024	30m杆フランジ式	3月前実施済、異常なし	検査を実施済、異常なし
15	HY16-19.7_16-0015[illegible]315-2	2018/09/18	2018/09/25	北海道	N42°22'17"	E139°49'48"	GXTD6-20-007	30m杆フランジ式	3月前実施済、異常なし	
16	HY16-19.7-16-0016 長崎平戸第一	2018/05/12	2018/10/20	長崎	N33°25'52"	E129°25'46	GXTF6-20-016	30m杆フランジ式	3月前実施済、異常なし	
17	HY16-19.7-16-0017 長崎平戸	2018/05/12	2018/10/21	長崎	N33°25'57"	E129°27'7"	GXTF6-20-017	30m杆フランジ式	3月前実施済、異常なし	
18	HY16-19.7_16-0018 秋田[illegible] -6	2018/11/26	2018/12/04	秋田	N40°15'49"	E140°1'12"	GXTF6-20-028	30m杆フランジ式	3月前実施済、異常なし	検査を実施済、異常なし
19	HY16-19.7_16-0019 秋田[illegible] -7	2018/11/28	2018/12/06	秋田	N40°15'49"	E140°1'12"	GXTF6-20-029	30m杆フランジ式	3月前実施済、異常なし	検査を実施済、異常なし
20	HY16-19.7_16-0020 [illegible]風力発電所	2018/12/18	2018/12/23	秋田	N39°25'0"	E140°2'55"	GXTF6-20-008	30m杆フランジ式	3月前実施済、異常なし	
21	HY16-19.7_16-0021 風間浦2	2018/12/01	2019/01/13	青森県	N 41°31'19"	E140°56'44"	GXTD6-32-007	30m杆フランジ式	3月前実施済、異常なし	
22	HY16-19.7_16-0022 ドリーム3	2019/03/15	2019/03/20	青森県	N41°29'53"	E140°55'38"	GXTF6-20-027	30m杆フランジ式	3月前実施済、異常なし	検査を実施済、異常なし
23	HY16-19.7_16-0023 辻第一	2019/03/25	2019/04/29	福島	N33.431060	E129.781184	GXTF6-20-039	30m杆フランジ式	3月前実施済、異常なし	検査を実施済、異常なし
24	HY16-19.7_16-0024 辻第二	2019/03/30	2019/04/29	福島	N33.430551	E129.780470	GXTF6-20-036	30m杆フランジ式	3月前実施済、異常なし	検査を実施済、異常なし
25	HY16-19.7_16-0025 呼水第一	2019/03/26	2019/04/29	福島	N33.435395	E129.735142	GXTF6-20-038	30m杆フランジ式	3月前実施済、異常なし	検査を実施済、異常なし
26	HY16-19.7_16-0026 [illegible]第一	2019/03/18	2019/04/29	福島	N33.419896	E129.730426	GXTF6-20-037	30m杆フランジ式	3月前実施済、異常なし	
27	HY16-19.7_16-0027 [illegible]第二	2019/04/12	2019/04/29	福島	N33.419643	E129.729617	GXTF6-20-035	30m杆フランジ式	3月前実施済、異常なし	検査を実施済、異常なし
28	HY16-19.7_16-0028 [illegible]風力発電所	2019/04/06	2019/04/25	北海道	N44.857277	E141.7857	GXTF6-20-031	30m杆フランジ式	3月前実施済、異常なし	検査を実施済、異常なし
29	HY16-19.7_16-0029 [illegible]風力発電所	2018/12/15	2019/06/05	北海道	N45.4186357	E141.8347396	GXTF6-20-030	30m杆フランジ式	3月前実施済、異常なし	検査を実施済、異常なし
30	HY16-19.7_16-0030 サラキトオマナイ[illegible]1C	2019/05/20	2019/08/01	北海道	N45.372901	E141.7168	GXTF6-20-032	30m杆フランジ式	3月前実施済、異常なし	検査を実施済、異常なし
31	HY16-19.7_16-0031 大間町[illegible]177-17HY	2019/10/08	2020/11/04	青森県	N41.497496	E140.9222	NTD6-32-001	30m杆フランジ式	3月前実施済、異常なし	
32	HY16-19.7_16-0032 第1[illegible]風力発電所	2019/08/02	2020/12/11	北海道	N41.49.57	E140.7.37	GXTD6-20-003	30m杆フランジ式	3月前実施済、異常なし	
33	HY16-19.7_0001 [illegible]	2017/05/27	2018/06/19	鹿児島	N31°16'30"	E131°7 '6"	GXTD6-20-022	30m杆フランジ式	3月前実施済、異常なし	
34	HY16-19.7-16-0001 [illegible]风力发电所1	2018/05/20	2018/06/02	四国	N33°37'43"	E132°55'22"	GXTF6-20-021	30m杆フランジ式	3月前実施済、異常なし	
35	HY16-19.7_0002 [illegible]第一風力発電所	2018/12/01	2018/12/21	四国	N 33°39'25"	E 132°54'3"	GXTD6-20-033	30m杆フランジ式	3月前実施済、異常なし	検査を実施済、異常なし
36	HY16-19.7-16-0003 [illegible]风力发电所3	2018/05/22	2018/06/04	四国	N33°37'43"	E132°55'22"	GXTF6-20-019	30m杆フランジ式	3月前実施済、異常なし	
37	HY16-19.7_0004 [illegible] 1	2018/12/01	2018/12/19	四国	N 33°37'46"	E 132°55'24"	GXTD6-20-025	30m杆フランジ式	3月前実施済、異常なし	検査を実施済、異常なし
38	HY16-19.7-16-0005 [illegible]风力发电所5	2018/05/20	2018/06/05	四国	N33°37'43"	E132°55'22"	GXTF6-20-020	30m杆フランジ式	3月前実施済、異常なし	
39	HY16-19.7_0006 [illegible] 2	2018/12/01	2018/12/19	四国	N 33°37'46"	E 132°55'24"	GXTD6-20-026	30m杆フランジ式	3月前実施済、異常なし	検査を実施済、異常なし
40	HY16-19.7-16-0007 [illegible]风力发电所7	2018/08/25	2018/09/15	四国	N33°37'43"	E132°55'22"	GXTF6-20-018	30m杆フランジ式	3月前実施済、異常なし	
41	HY16-19.7_0008 [illegible]風力発電所 7	2018/12/01	2018/12/21	四国	N 33°36'20"	E 132°51'48"	GXTD6-20-034	30m杆フランジ式	3月前実施済、異常なし	検査を実施済、異常なし
		同ロット下フランジ原材料を利用した風車								
		事故機								

健全機に対して、全数の目視検査結果及び４割の非破壊探傷検査結果が異常なしです。

GHREPOWER

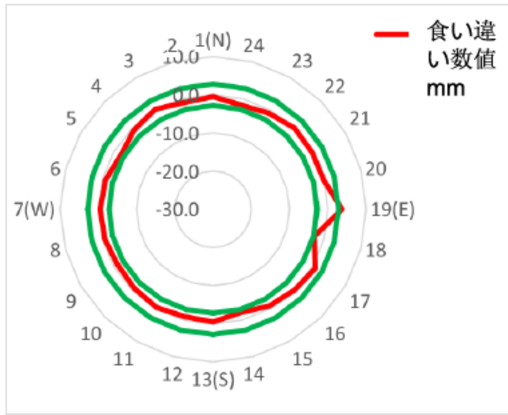
▣再発防止対策について①：健全機再発防止対策（３）

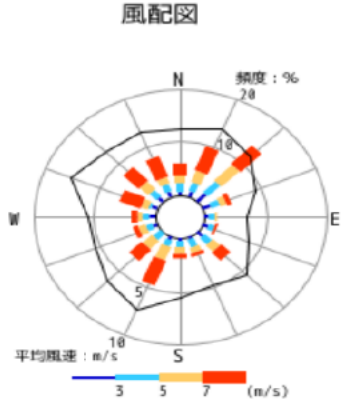
食い違い測量概要：

1、フランジ平面を基準として、フランジ外円と継ぎ目近辺のタワーシェルとの距離を測量します。

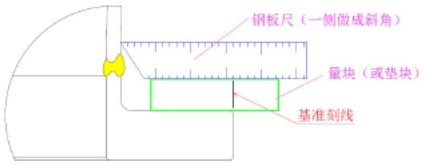
2、食い違い検査は24方位を実施します。

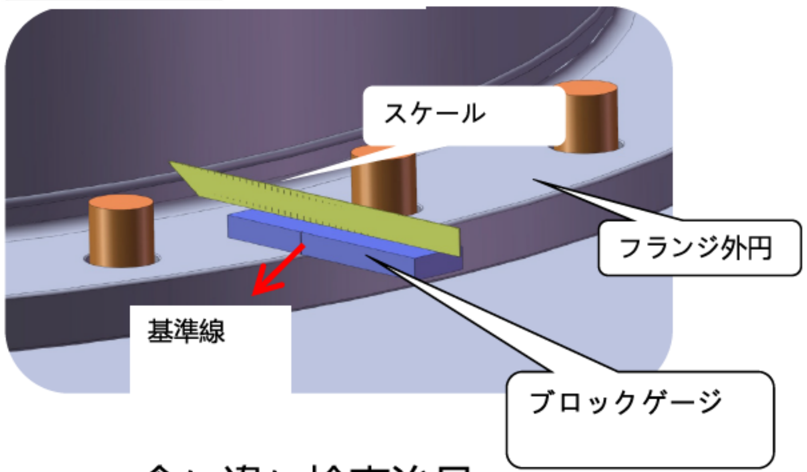
3、24方位の測量値を記録して、最大値、最小値と主風向の関係を分析します。





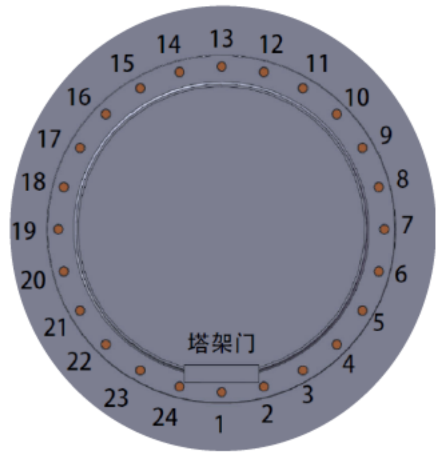
HY23風車の食い違い測量結果





食い違い検査治具

食い違い検査写真



食い違い検査方位

▣再発防止対策について①：健全機再発防止対策（４）

食い違い検査報告

NO.	リスク等級	リスク説明	判定基準	基数	SCADA番号	タワー番号	ボルト番号と食い違い最大値	ボルト番号と食い違い最小値	主風向相応ボルト番号	対策措置	現状@2022年11月更新
1	リスクない	食い違い寸法はタワー設計要求を満たす。	0mm<プラス最大食い違い数値が≤1mm −1mm≤マイナス側最大食い違い数値<0mm	0							
2	許容リスク	ある方位の食い違い数値が設計要求を満たしないが、規格に従って計算する場合、20年の設計寿命及び風車の安全を満たす。 （計算によって、食い違いの2.8mmと-5.2mmの場合、20年の設計寿命及び風車の安全を満たすことを評価します。）	1mm<プラス最大食い違い数値≤2.8mm −5.2mm≤マイナス側最大食い違い数値<-1mm	17	HY16-19.7_0001前村内之浦1	GXTF6-20-022	8(-2.3mm)	14(0.0mm)	11	1、メンテナンスマニュアルの通り保守すること。 2、振動センサーをバージョンアップして、リアルタイム監視システムを用いてタワー異常を検知する。	稼働中、メンテが正常
					HY16-19.7-16-0003霧峰風力発電所３	GXTF6-20-019	12(2.8mm)	13(-0.1mm)	21\9		稼働中、メンテが正常
					HY16-19.7-16-0007霧峰風力発電所７	GXTF6-20-018	23(2.7mm)	24(0.0mm)	22\10		故障・停止
					HY16-19.7-16-0008霧峰風力発電所７	GXTF6-20-034	24(-2.6mm)	16\5(0.1mm)	1		故障・停止
					HY16-19.7_16-0001吹越	GXTF6-20-001	13(2.8mm)	15(0.2mm)	11		稼働中、メンテが正常
					HY16-19.7_16-0004六所村１	GXTF6-20-005	7(1.9mm)	9(0.1mm)	10		稼働中、メンテが正常
					HY16-19.7_16-0005六所村２	GXTF6-20-004	10(2.4mm)	6(0.1mm)	8		稼働中、メンテが正常
					HY16-19.7_16-0016長崎平戸第一	GXTF6-20-016	6(-1.3mm)	22(0.1mm)	22		稼働中、メンテが正常
					HY16-19.7_16-0017長崎平戸	GXTF6-20-017	18(-1.6mm)	10(0.0mm)	15		稼働中、メンテが正常
					HY16-19.7_16-0019秋田峰浜７	GXTF6-20-029	5(1.8mm)	24(0.0mm)	20		稼働中、メンテが正常
					HY16-19.7_16-0025坪水第一	GXTF6-20-038	1(-2.8mm)	21(0.0mm)	8		稼働中、メンテが正常
					HY16-19.7_16-0027 牧の岳第二	GXTF6-20-035	5(2.6mm)	17(-0.1mm)	22\7		稼働中、メンテが正常
					HY16-19.7_16-0028更岸第２	GXTF6-20-031	4(2.6mm)	20(0.0mm)	24		稼働中、メンテが正常
					HY16-19.7_0006霧峰２	GXTF6-20-026	2(-3.4mm)	14(0.1mm)	17		故障・停止
					HY16-19.7_16-0029増幌海岸第２	GXTF6-20-030	17(-3.1mm)	4(0.0mm)	1		稼働中、メンテが正常
					HY16-19.7_16-0024 辻第二	GXTF6-20-036	21(-4.6mm)	21(-0.3mm)	6		故障・停止
					HY16-19.7_16-0030サラキトオマナ第一C	GXTF6-20-032	2(-5.2mm)	24\23\22\5(0.0mm)	14\1		稼働中、メンテが正常
3	リスクが低い	ある方位の食い違い数値が風車の安全及び寿命を満たしないが、補強リングを追加する場合、規格に従って計算すると、20年の設計寿命及び風車の安全を満たす。 （補強リングを追加すると、計算によって、プラス側食い違いの4.9mmの場合、マイナス側食い違いの-5.2mmの場合20年の設計寿命及び風車の安全を満たすことを評価します。）	2.8mm<プラス側最大食い違い数値≤4.9mm マイナス側最大食い違い数値によらない	17	HY16-19.7-16-0001霧峰風力発電所１	GXTF6-20-021	23(4.0mm)	12\6(0.1mm)	19	1、メンテナンスマニュアルの通り保守すること。 2、振動センサーをバージョンアップして、リアルタイム監視システムを用いてタワー異常を検知する。 3、全ての補強リングを追加し設置する。補強リングの保守は定期的メンテナンス内容に追加する。	故障・停止
					HY16-19.7_0002 霧峰第一風力発電所１	GXTF6-20-033	18(3.4mm)	14\8(0.1mm)	21		故障・停止
					HY16-19.7_0004霧峰１	GXTF6-20-025	4(3.7mm)	19\18(0.2mm)	22		故障・停止
					HY16-19.7-16-0005霧峰風力発電所５	GXTF6-20-020	13(4.0mm)	10(0.0mm)	22		稼働中、メンテが正常
					HY16-19.7_16-0002稚内-１	GXTF6-20-002	1(3.7mm)	10/8(-0.3)	22		故障・停止
					HY16-19.7_16-0006深浦榊原２号	GXTF6-20-011	2(4.3mm)	13(0.2)	12		稼働中、メンテが正常
					HY16-19.7_16-0007深浦晴山農道２号	GXTF6-20-012	10(4.5mm)	22(0.6mm)	20		稼働中、メンテが正常
					HY16-19.7_16-0008北海道遠別町	GXTF6-20-013	23(4.0mm)	12(0.3mm)	13		稼働中、メンテが正常
					HY16-19.7_16-0009風間浦１	GXTF6-20-010	10(3.8mm)	22\21(0.6mm)	4		稼働中、メンテが正常
					HY16-19.7_16-0010大間町黒岩４	GXTF6-20-006	4(4.1mm)	9\8(0.6mm)	9		稼働中、メンテが正常
					HY16-19.7_16-0012北海道幌延町	GXTF6-20-015	4(4.9mm)	1(0.0mm)	9\3		稼働中、メンテが正常
					HY16-19.7_16-0013ドリーム１	GXTF6-20-023	3(4.5mm)	19\1(0.3mm)	1		稼働中、メンテが正常
					HY16-19.7_16-0014ドリーム２	GXTF6-20-024	21(4.9mm)	8(-0.8mm)	17		稼働中、メンテが正常
					HY16-19.7_16-0015 瀬棚町北桧山区太櫓315-2	GXTF6-20-007	22(3.2mm)	10\9(0.1mm)	7		稼働中、メンテが正常
					HY16-19.7_16-0022ドリーム３	GXTF6-20-027	8\7(4.5mm)	10(0.0mm)	7		稼働中、メンテが正常
					HY16-19.7_16-0023辻第一	GXTF6-20-039	19(3.7mm)	16(0.0mm)	12\6		故障・停止
					HY16-19.7_16-0032江差第１風力発電所	GXTF6-20-003	22(3.8mm)	17(0.1mm)	12		稼働中、メンテが正常
4	リスクが高い	前項の１、２、３を該当しない。	4.9mm<プラス最大食い違い数値 マイナス側最大食い違い数値によらない	6	HY16-19.7_16-0003秋田男鹿	GXTF6-20-009	13(6.4mm)	17(0.0mm)	1	1、振動センサーをバージョンアップして、リアルタイム監視システムを用いてタワー異常を検知する。 2、全てのリスクが高い風車のタワーを交換する。	タワー交換済、稼働中、メンテが正常
					HY16-19.7_16-0011 野辺地町字明前69-87	GXTF6-20-014	7(5.6mm)	19(0.2mm)	9\1		タワー交換済、稼働中、メンテが正常
					HY16-19.7_16-0018秋田峰浜６号	GXTF6-20-028	5(5.3mm)	24(0.3mm)	17		タワー交換済、稼働中、メンテが正常
					HY16-19.7_16-0020三望苑風力発電所	GXTF6-20-008	15(7.2mm)	9\8(0.3mm)	16		タワー交換済、稼働中、メンテが正常
					HY16-19.7_16-0021風間浦２	GXTF6-32-007	2(6.7mm)	23(0.2mm)	9		タワー交換済、稼働中、メンテが正常
					HY16-19.7_16-0031大間町二ツ石177-17HY	GXTF6-20-041	12(5.0mm)	15(-0.2mm)	20		稼働中、タワーは来年春明けに交換する予定

40基健全について、事故機と同様、食い違い検査結果と風車主風向、地形、台風などを評価した上に、報告書を纏めます。

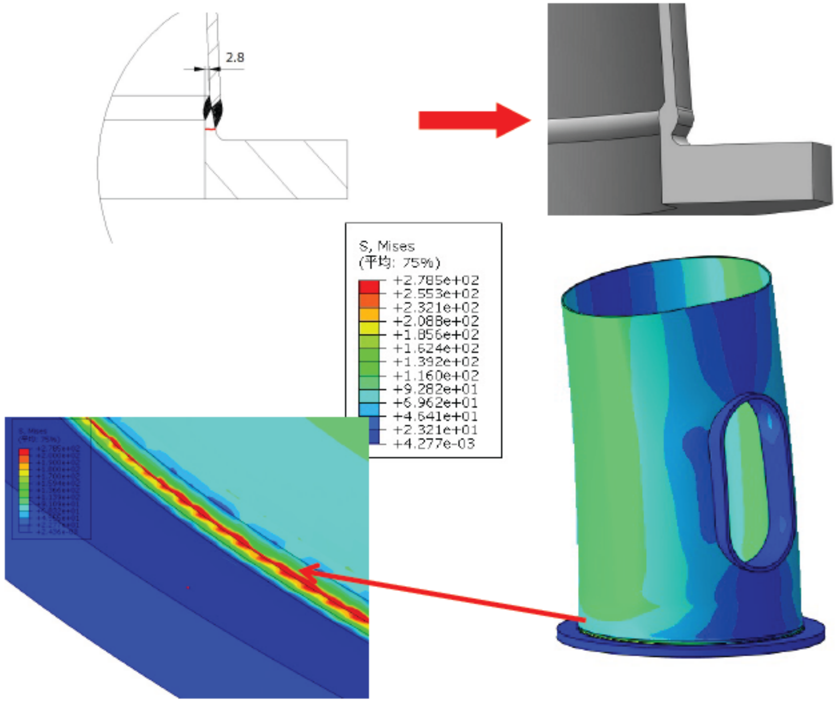
GHREPOWER

▣再発防止対策について①：健全機再発防止対策（５）

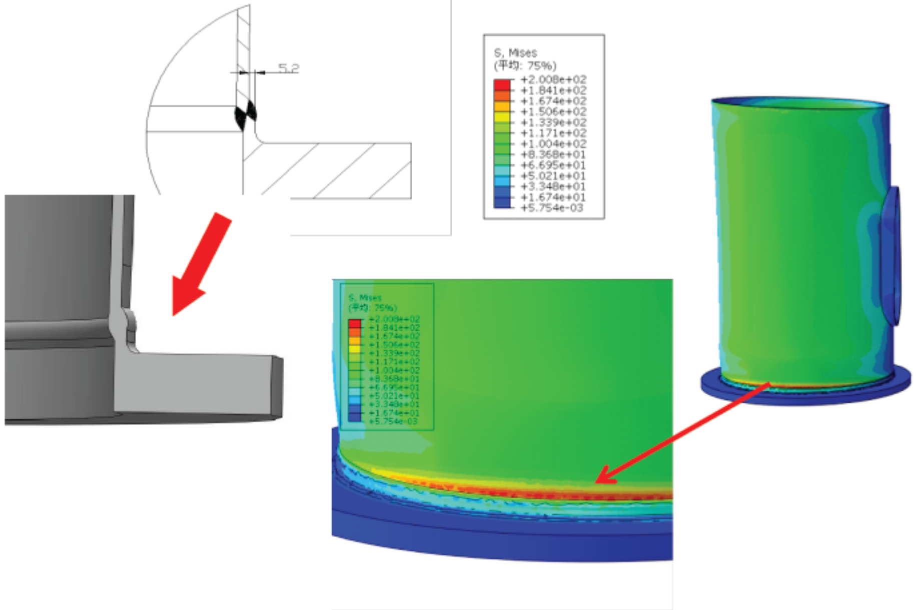
許容リスク風車判定について：

説明：タワーは保守な設計を採用し、強度計算に対して一定的な余裕があります。大量な計算によって、円周の食い違いが＋2.8mm、-5.2mm荷重安全係数が1.35(IEC61400-2規格の規定)の場合、荷重計算の結果は20年の設計寿命及び風車の安全を満たすことをわかります。

食い違い＋2.8mm応力図：



食い違い-5.2mm応力図：



計算結果：

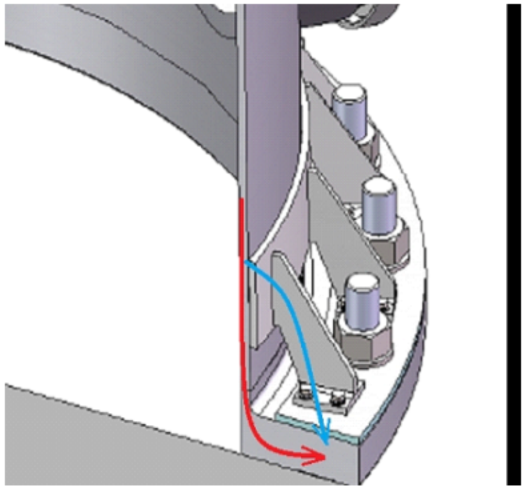
食い違い	DLC 計算ケース	ultimate StressMPa 極限応力 Mpa	Tower characteristic material strength fK-tower MPa 材料屈服強度 Mpa	Partial safety factor for material rm-tower-U 材料安全係数	Admissible stressfk/(rm *rn)MPa 材料許容強度	Ultimate strength analysis
＋2.8mm	5. 1a9	278. 5	325	1.1	295. 5	pass
	Max value	278. 5				pass
-5.2mm	5. 1a9	200. 8	325	1.1	295. 5	pass
	Max value	200. 8				pass

▣再発防止対策について①：健全機再発防止対策（６）

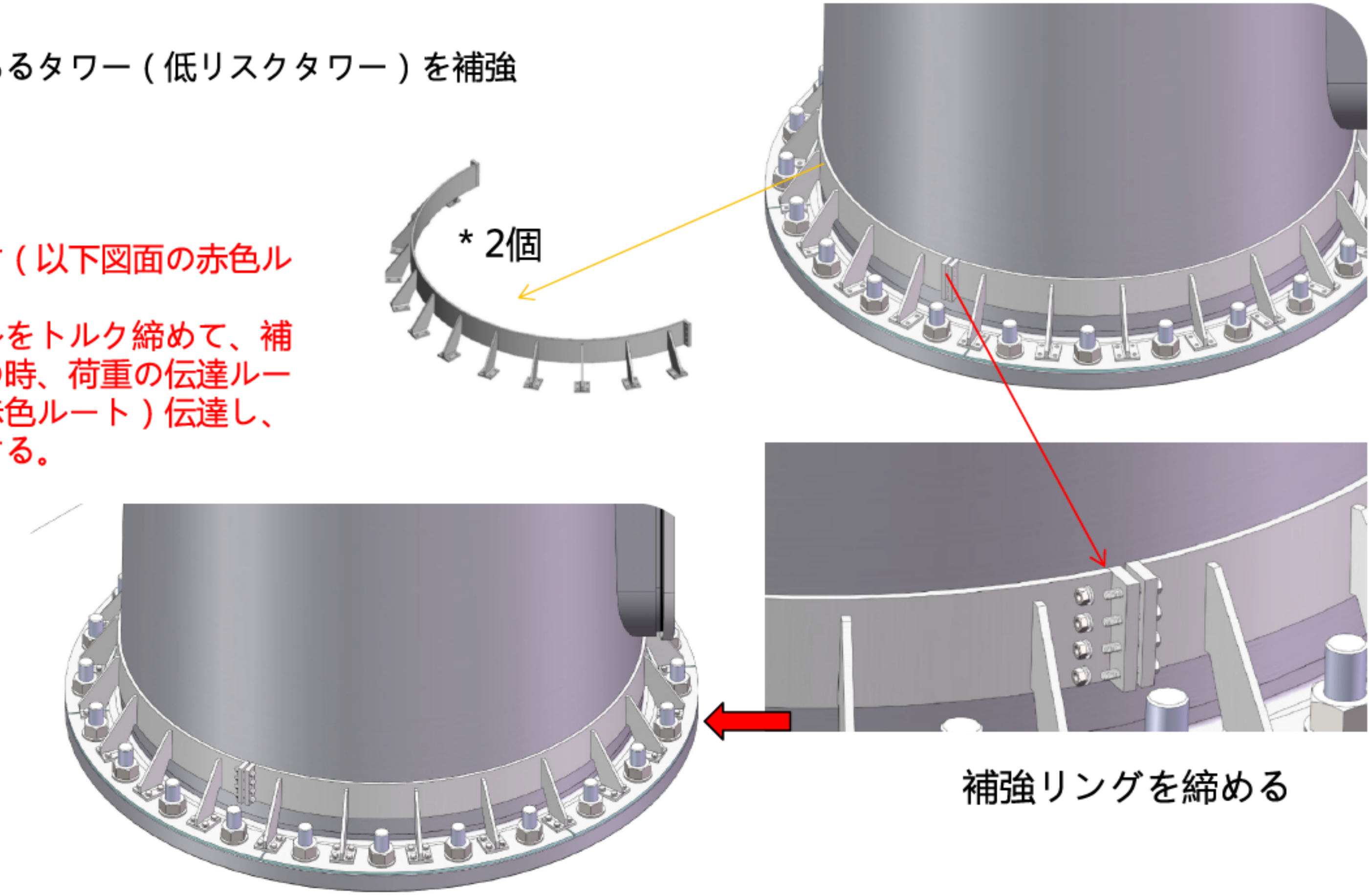
説明：低リスク風車に対して、補強リングを取り付けます。補強リングの上部分はトルク管理を通じてタワーのシエルと連結し、下部分はフランジと連結します(アンカーボルトに取り付けます)。

補強リングを取り付ける目的は、一部の食い違いがあるタワー（低リスクタワー）を補強し、風車ユニットの設計要件を満たせることです。

原理：
本来タワーはタワーシェルを介して荷重を伝達します（以下図面の赤色ルートの通り）。
補強リングを設置した後、補強リングとタワーシェルをトルク締めて、補強リングとリブを通じても荷重が伝達できます。この時、荷重の伝達ルートは２つになります。主にタワーシェルを通じて（赤色ルート）伝達し、一部は補強リングとリブを通じて（青ルート）伝達する。

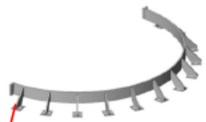


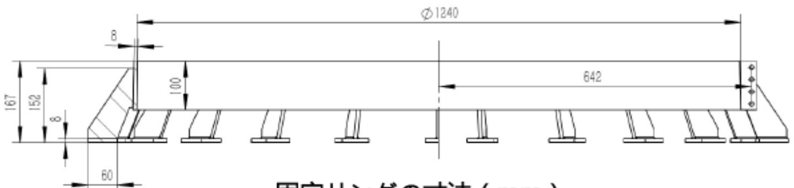
補強リング



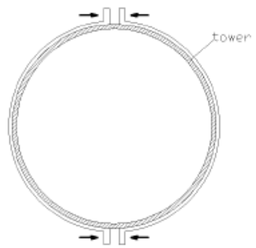
▣再発防止対策について①：健全機再発防止対策（７）

補強リングについて：

番号	名称・規格・材質	数量	単位	図例
1、	連結板 Q345B（タワーと同様）	6	枚	
2、	固定リング リブ付き Q345B（タワーと同様）	2	個	
3	組合せ六角ボルトM8×16 （ダクロ 6.8級）	96	個	
4	六角ボルト M8×45　（ダクロ 6.8級）	8	個	
5	ワッシャー 8	16	個	
6	スプリングワッシャー8	8	個	
7	ボルトM8	8	個	

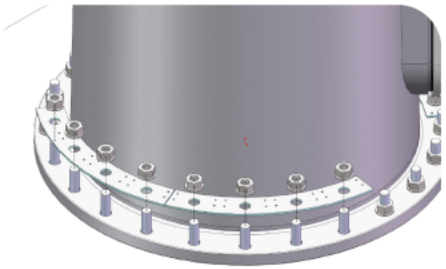


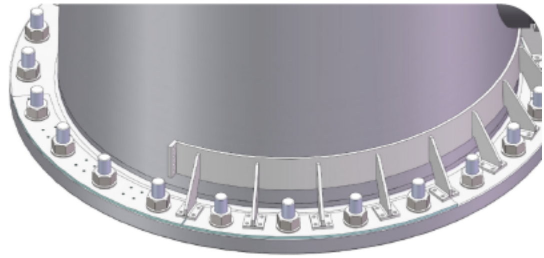
固定リングの寸法（mm）

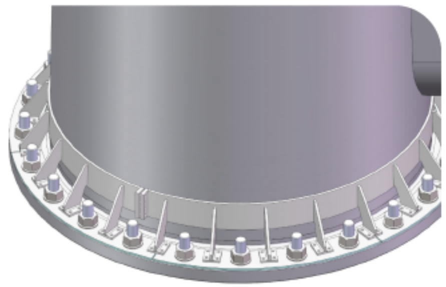


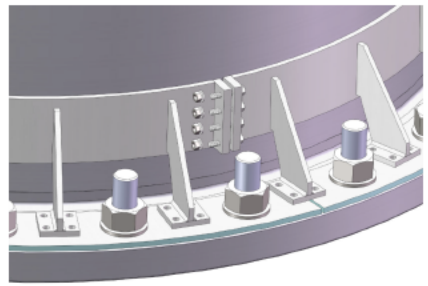
固定リングの締め付ける俯瞰図

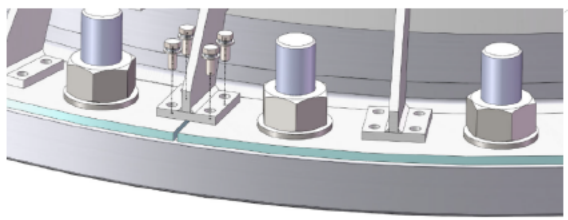
補強リングの取り付けについて：

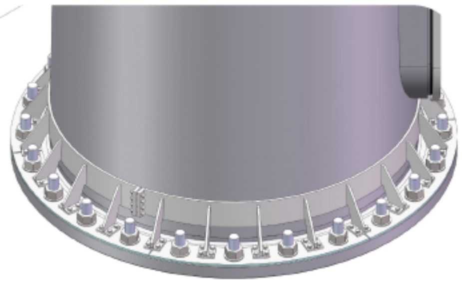

NO.1連結板は順次にフランジの上に取付る


NO.2固定リングは連結板の上に取付る


NO.3連結板取付完了、固定リングが環状のたがを構成する


NO.4固定リングを締め付ける

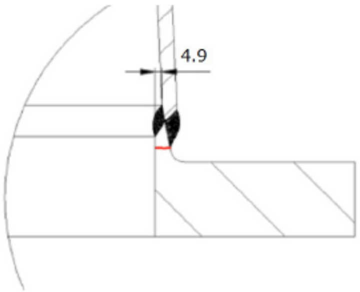

NO.5連結板の孔位にボルトを配置する

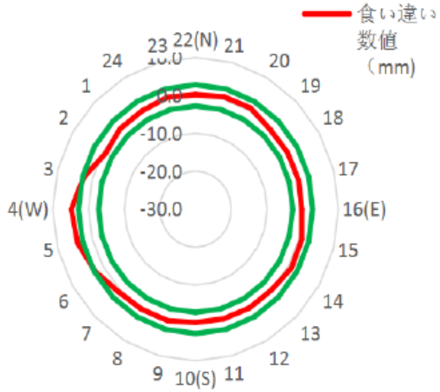

NO.6固定リングと連結板取付完了

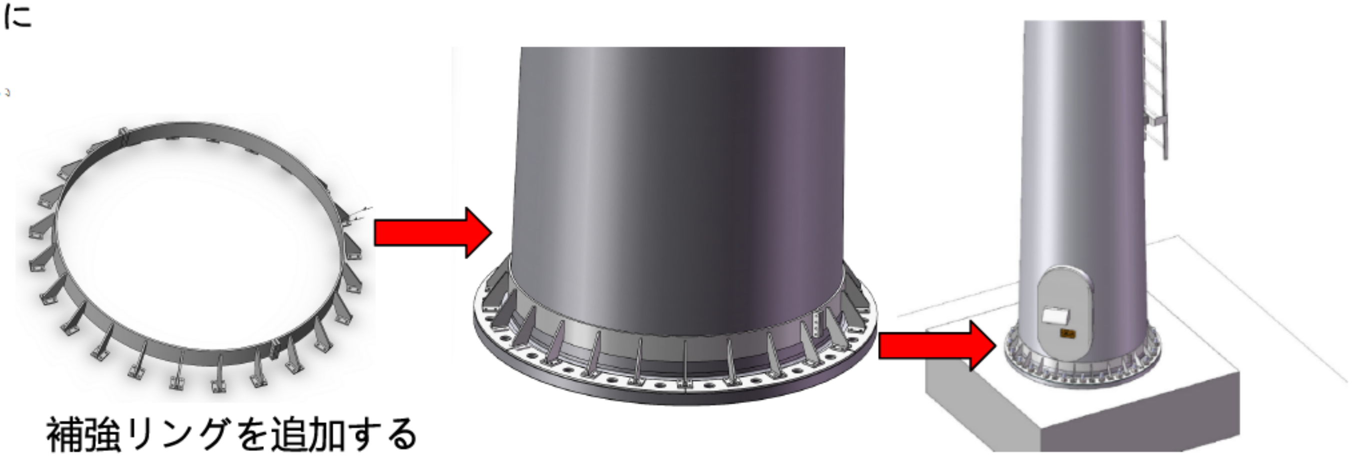
GHREPOWER

▣再発防止対策について①：健全機再発防止対策（８）

HY0012風車の食い違い寸法（最大食い違い4.9mm）にて模擬計算を実施します。食い違い分布図は以下です。

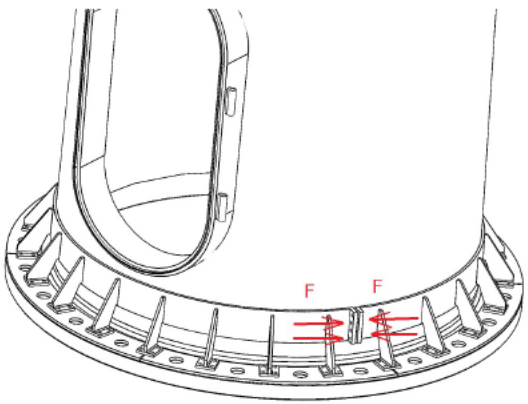


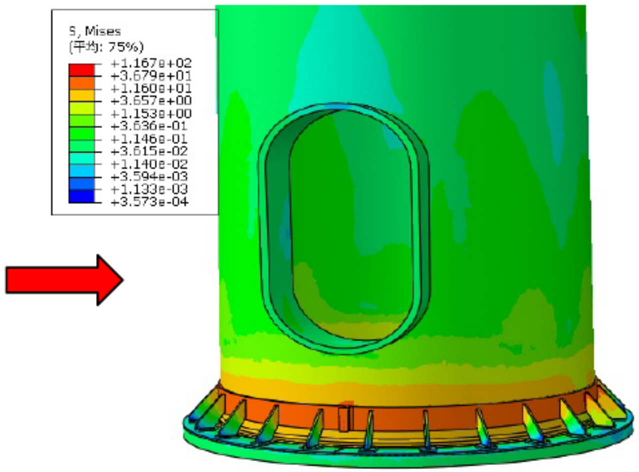




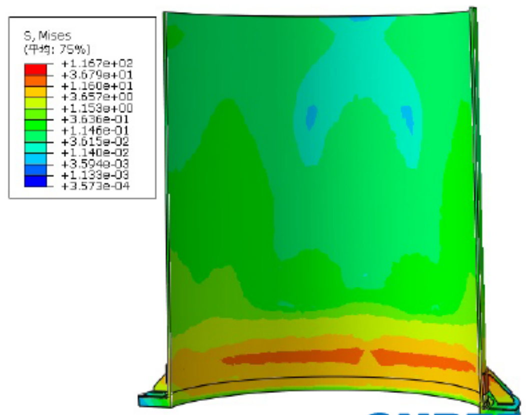
補強リングを追加する

プリロード（Preload）　F=20000N





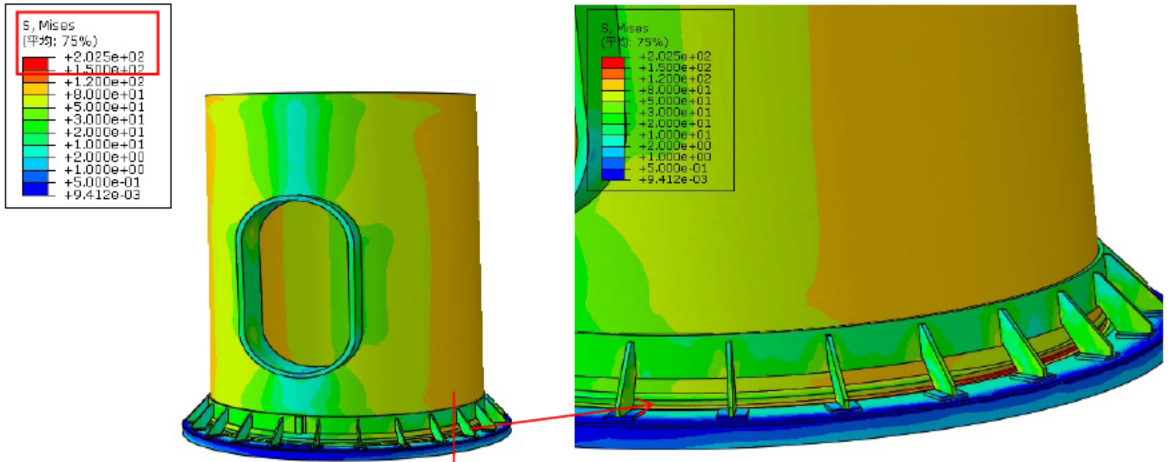
プリロード（Preload）計算結果:
最大応力116.7MPa

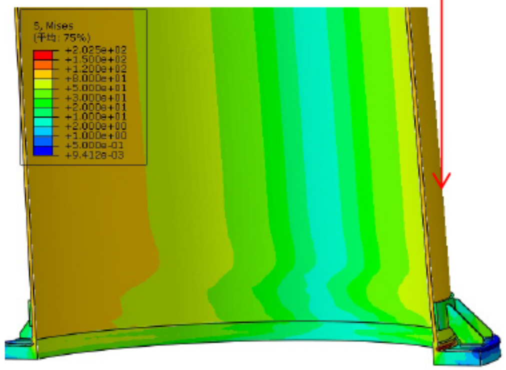


GHREPOWER

▣再発防止対策について①：健全機再発防止対策（９）

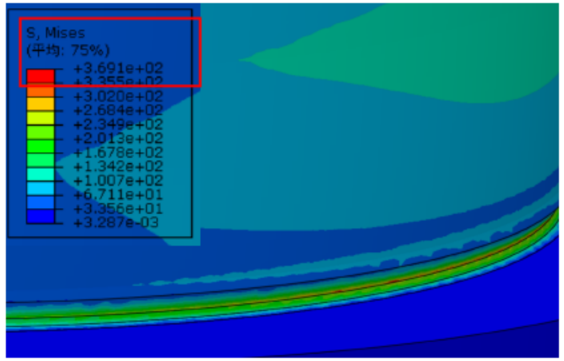
補強リング追加以後計算について：





説明：補強リングを追加した場合、円周の食い違いが4.9mm、荷重安全係数が1.35(IEC61400-2規格の規定)の場合、荷重計算の結果（202.5MPa）は20年の設計寿命及び風車の安全を満たすことをわかります。追加前の荷重結果は369.1MPaです。
応力集中は約45％を削減して効果が明らかです。
補強リングを追加した場合、風がどの方向から強く吹いても対策できます。

補強リング追加前応力図：



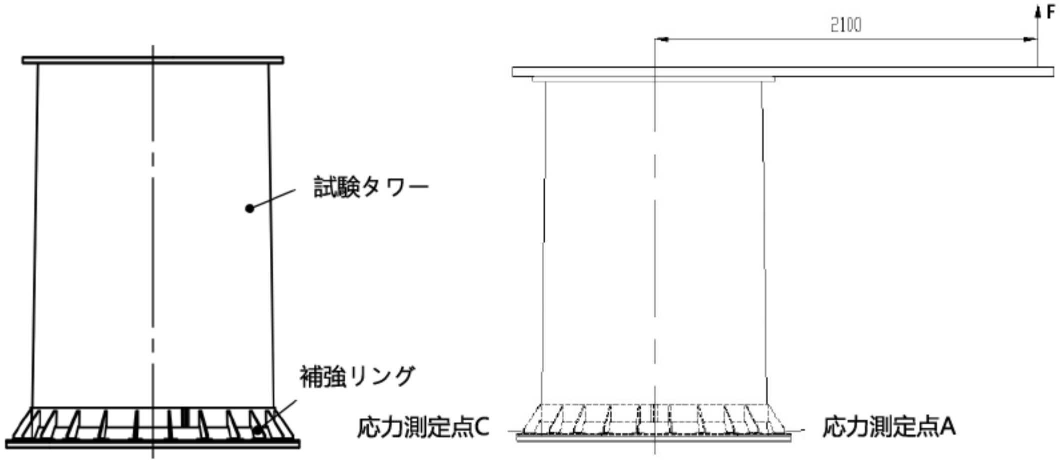
補強リング追加以後計算結果:

DLC 計算ケース	ultimate StressMPa 極限応力 Mpa	Tower characteristic material strength fK-tower MPa 材料屈服強度 Mpa	Partial safety factor for material rm-tower-U 材料安全係数	Admissible stressfk/(rm *rn)MPa 材料許容強度	Ultimate strength analysis
5.1a9	202.5	325	1.1	295.5	pass
Max value	202.5				pass

GHREPOWER

▣再発防止対策について①：健全機再発防止対策（10）

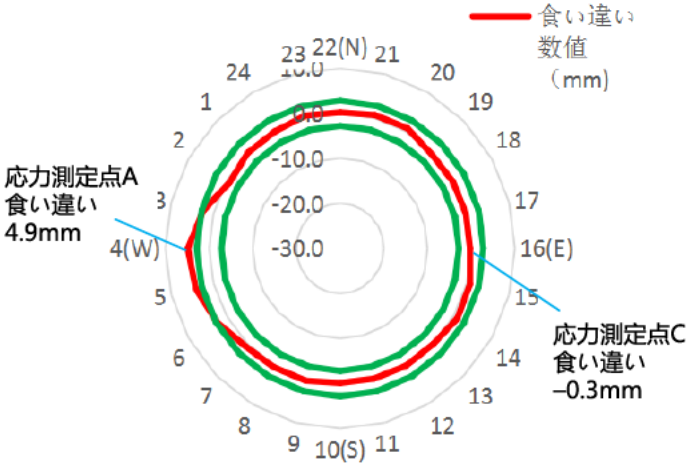
補強リング追加の検証試験について：



説明： HY0012風車のタワーと同じ試験タワーを作成します。補強リングを追加する前後応力の変化と区別を測定します。試験によって、補強リングを追加した後、箇所応力測定点で測定した応力は明らかな削減をわかります（詳細は試験報告書でご送付します。）。試験によって、食い違い4.9mmの削減比率が51%で、模擬計算の削減比率45%と近いです。誤差が発生する原因はプリロード、試験タワーの製造精度など要因を推定します。

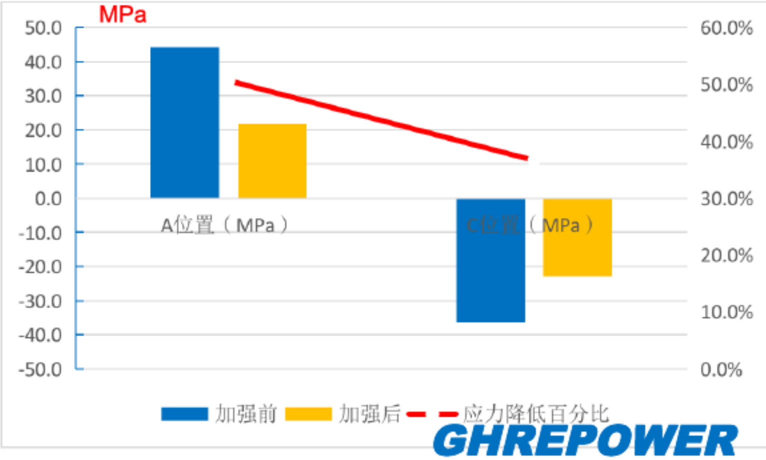
補強後応力削減の比率

荷重（kg）	測定点A（食い違4.9mm）削減比率	測定点C（食い違い-0.3mm） 削減比率
1200	51%	37%



補強リング未追加

補強リング追加後



GHREPOWER

▣再発防止対策について②：品質管理対策(1)--即有品質管理の説明

1. 食い違い検査について：

タワー製造のプロセスの検査要求の通り食い違いへの検査を実施しましたが、検査箇所は少なくて、検査後のデータも少ないです。

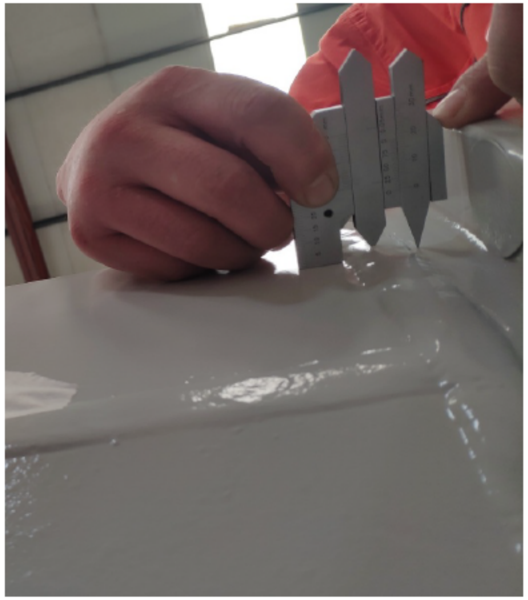
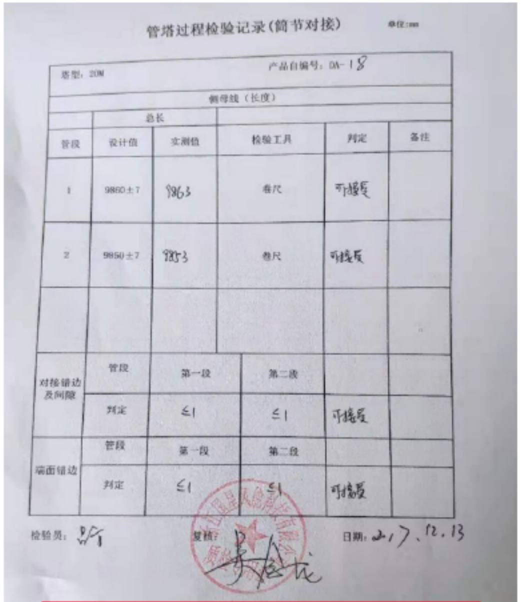


図1：食い違い検査写真



管塔过程检验记录（筒节对接）　单位:mm

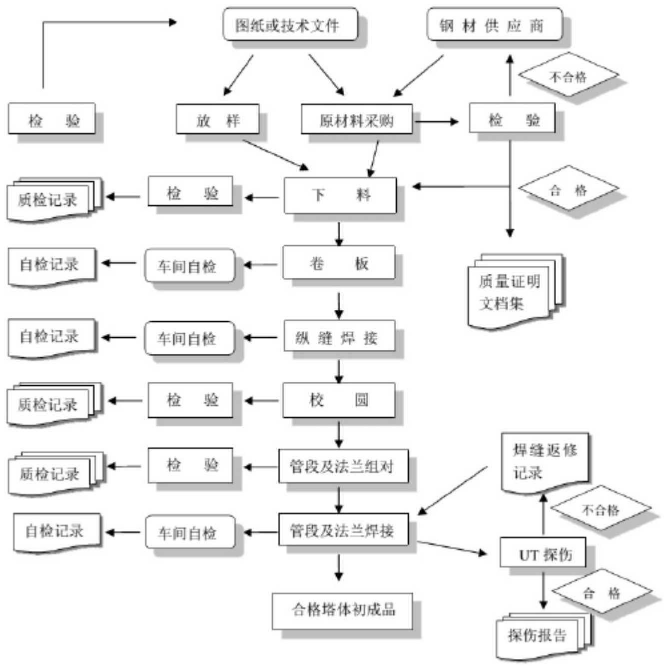
塔型：20M			产品自编号：DA-18		
侧母线（长度）					
	总长				
管段	设计值	实测值	检验工具	判定	备注
1	9860±7	9863	卷尺	可接受	
2	9850±7	9853	卷尺	可接受	
对接错边及间隙	管段	第一段	第二段		
	判定	≤1	≤1	可接受	
端面错边	管段	第一段	第二段		
	判定	≤1	≤1	可接受	

检验员：　　复核：　　日期：2017.12.13

図2：検査報告書

タワー製造プロセスについて

3.3.1　塔身制作流程图



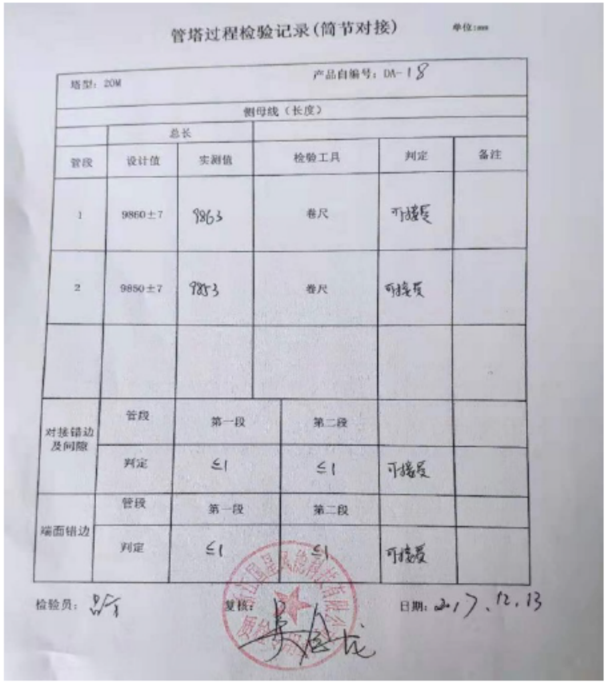
2. タワー溶接継ぎ目の寸法検査及び目視検査はなかったです。

GHREPOWER

▣再発防止対策について②：品質管理対策(2)--品質改善（タワー工場）

1.食い違い検査箇所を増加し、検査報告書を改善します。改善内容の通り実施します。

改善前報告書
食い違い検査点： 3 箇所

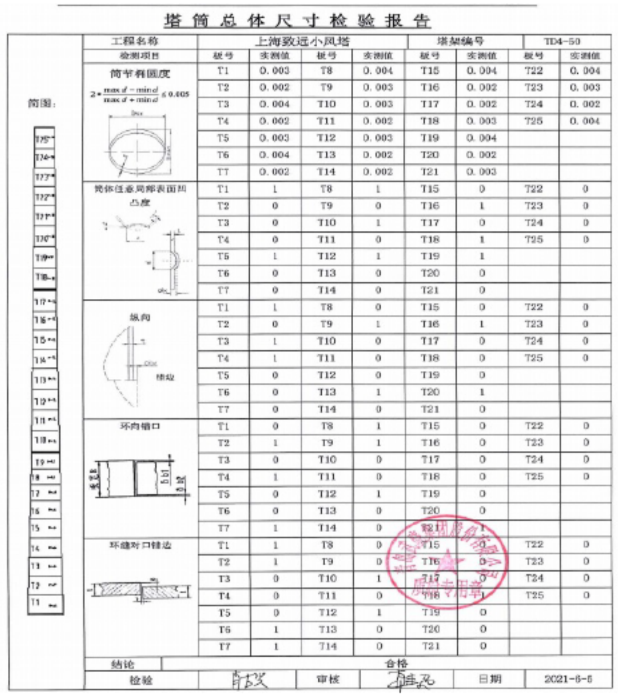


管塔过程检验记录(筒节对接)　单位:mm

塔型：20M			产品自编号：DA-18		
侧母线（长度）					
	总长				
管段	设计值	实测值	检验工具	判定	备注
1	9860±7	9863	卷尺	可接受	
2	9850±7	9853	卷尺	可接受	
对接错边及间隙	管段	第一段	第二段		
	判定	≤1	≤1	可接受	
端面错边	管段	第一段	第二段		
	判定	≤1	≤1	可接受	

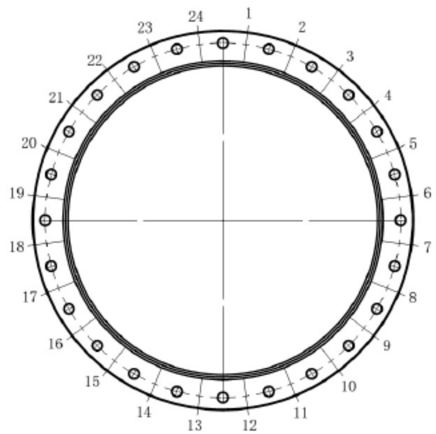
检验员：　　复核：　　日期：2017.12.13

改善後報告書
食い違い検査点：24箇所



塔筒总体尺寸检验报告

工程名称	上海致远小风塔				塔架编号		TD4-50	
检测项目	板号	实测值	板号	实测值	板号	实测值	板号	实测值
筒节椭圆度 $2*\frac{\max d-\min d}{\max d+\min d}\le 0.005$	T1	0.003	T8	0.004	T15	0.004	T22	0.004
	T2	0.002	T9	0.003	T16	0.002	T23	0.003
	T3	0.004	T10	0.003	T17	0.002	T24	0.002
	T4	0.002	T11	0.002	T18	0.003	T25	0.004
	T5	0.003	T12	0.003	T19	0.004		
	T6	0.004	T13	0.002	T20	0.002		
	T7	0.002	T14	0.002	T21	0.003		
筒体任意局部表面凹凸度	T1	1	T8	1	T15	0	T22	0
	T2	0	T9	0	T16	1	T23	0
	T3	0	T10	1	T17	0	T24	0
	T4	0	T11	0	T18	1	T25	0
	T5	1	T12	1	T19	1		
	T6	0	T13	0	T20	0		
	T7	0	T14	0	T21	0		
纵向	T1	1	T8	0	T15	0	T22	0
	T2	0	T9	1	T16	1	T23	0
	T3	1	T10	0	T17	0	T24	0
	T4	1	T11	0	T18	0	T25	0
	T5	0	T12	0	T19	0		
	T6	0	T13	1	T20	1		
	T7	0	T14	0	T21	0		
环向错口	T1	0	T8	1	T15	0	T22	0
	T2	1	T9	1	T16	0	T23	0
	T3	0	T10	0	T17	0	T24	0
	T4	1	T11	0	T18	0	T25	0
	T5	0	T12	1	T19	0		
	T6	0	T13	0	T20	0		
	T7	1	T14	0	T21	1		
环缝对口错边	T1	1	T8	0	T15	0	T22	0
	T2	1	T9	0	T16	0	T23	0
	T3	0	T10	1	T17	0	T24	0
	T4	0	T11	0	T18	1	T25	0
	T5	0	T12	1	T19	0		
	T6	1	T13	0	T20	0		
	T7	1	T14	0	T21	0		
结论	合格							
检验		审核		日期	2021-6-5			



食い違いの２４か所は24本アンカーボルトの間の位置に測定します。判定基準は0mm<24方位検査数値が≤1mmです。

2. タワー溶接継ぎ目の寸法検査及び目視検査を要求します。その要求についての教育を強化します。

GHREPOWER

▣再発防止対策について②：品質管理対策(3)--品質改善（GHRE）

NO.	改善前	改善後	改善実施完成日	改善後判定物
1	食い違い検査： 1）GHRE は製造プロセス資料を審査します。	食い違い検査： 1）GHRE は製造プロセス資料を審査します。 2）GHRE検査員は実物へ全数検査を実施します。	9月20日	GHRE検査報告書
2	食い違い検査への認識が強くないです。	食い違い検査は重要な確認項目として、品質コントロール手順及び方法などを規定します。	9月25日	品質コントロール書類
3	タワー溶接継ぎ目の寸法検査： 1）GHRE は製造プロセス資料を審査します。	タワー溶接継ぎ目の寸法検査： 1）GHRE は製造プロセス資料を審査します。 2）検査内容を周知します。関連教育を強化します。	9月30日	作業員への教育記録

▣再発防止対策について③：運営及びメンテについて

風車組立記録表未提出、及びメンテナンスマニュアル通り未点検への対策：

a.代理店、事業主へ風車の安全稼働及びメンテナンスの教育及び案内を強化する。メンテナンス未実施の危険性を強調する。

b.メーカーは代理店及びEPCに対する資質審査を強化する。

c.メンテナンス未実施への対策措置を強化する、SCADA、メール、電話など通常措置以外、相応な監督部門へ不適切案件を通報する。

その他最適化対策：

a. 代理店、事業主へ風車の運用環境の教育及び案内を強化する。

b. 台風など自然災害が発生後、遠隔監視システムまたはそのほか一切な有効的な手段で事業主へ臨時メンテナンスの注意を通告する。

以上でございます。