ＪＵＳＴ技報

№３５　２０１７年５月２４日

庇の疲労割れ検査　　ＭＴ、ＥＴ

名古屋営業所
近藤　浩

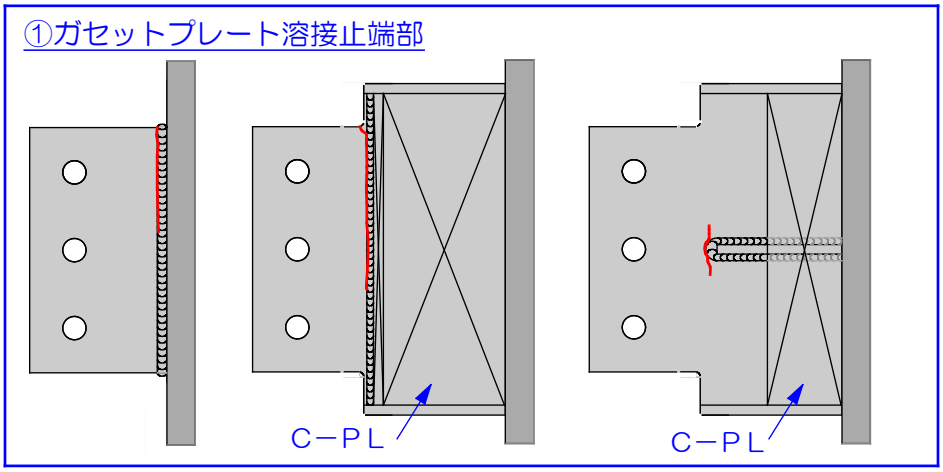
キーワード　庇、疲労割れ、ＭＴ、ＥＴ、非蛍光磁粉

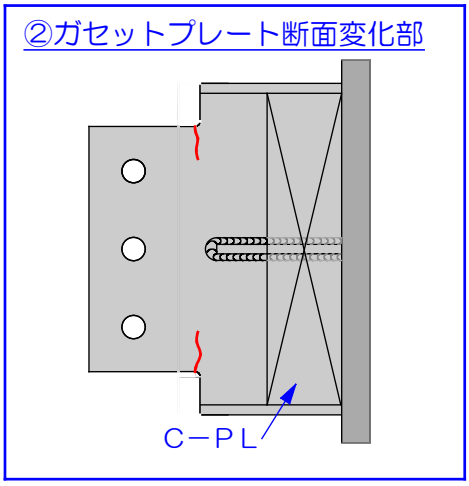
１．概要

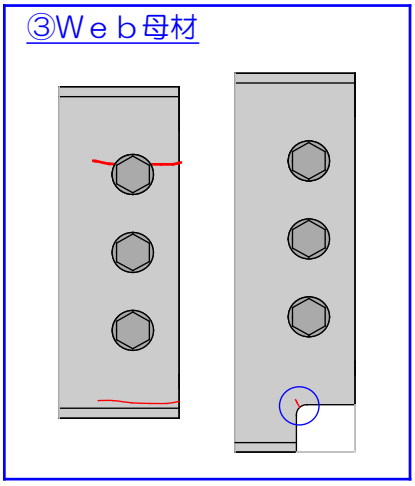
大規模な倉庫などの庇のガセットプレート周辺の鉄骨部材に疲労割れが発生する事例が多い。割れは非破壊検査でようやく見つかるものから、ガセットプレートが完全に破断して庇の根元をレバーブロックで釣っているものまである。　大阪営業所、名古屋営業所でおこなった過去の調査から様々な割れのパターンと調査事例を紹介する。

２．割れの発生位置

過去の検査結果より割れの発生位置を３つのタイプに分類した。



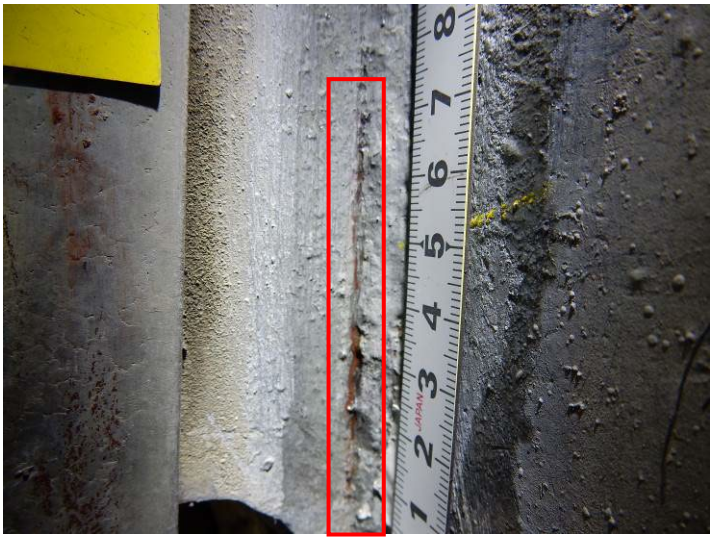




３．割れの発生パターン

3.1　①ガセットプレート溶接止端部　（最も事例が多い場所）　　撮影者敬称略

	・ガセットプレート溶接止端部 塗装剥離、黒色磁粉 撮影：名古屋営業所　櫻井
	・ガセットプレート溶接止端部 塗装剥離（上塗り）、白色磁粉
	・ガセットプレート溶接止端部～母材 めっき、赤色磁粉

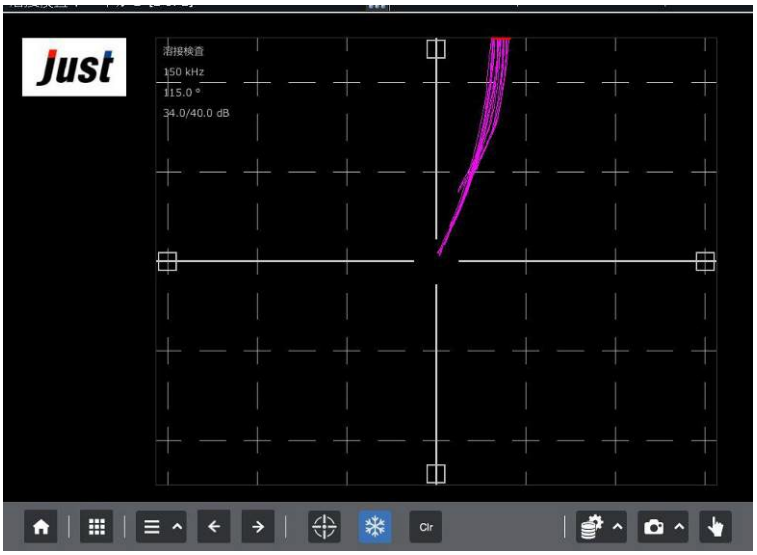
	・ガセットプレート溶接止端部 めっき、破断部 褐色は破断面の錆色
	・ガセットプレート溶接止端部 めっき、赤色磁粉 ※リン酸処理による固形酸化物が除去し辛く、割れをＥＴでは全線検出してもＭＴでは一部しか検出できなかった
	・上記割れのＥＴ波形 全線割れていたので、割れの上でバランスをとることになり、最初横割れ方向の信号が出現した。割れのないと思われる裏側の溶接部でバランスを取り直し、縦割れであることを確認した。

	・ガセットプレート補強溶接止端部 溶接止端部　割れ発生初期 白色磁粉 ・この位置にガセットプレート中央の水平補強材溶接止端部があるためにここから割れた。 撮影：名古屋営業所　大橋
	・ガセットプレート補強溶接止端部 溶接止端部から母材へ進展 白色磁粉 撮影：名古屋営業所　大橋
	・ガセットプレート補強溶接止端部 割れの開口幅が大きすぎ、磁粉は割れ先端のみ吸着 撮影：名古屋営業所　大橋

3.2　②ガセットプレート断面変化部

	・ガセットプレート断面変化部 初期の割れ　白色磁粉 撮影：名古屋営業所　大橋
	・ガセットプレート断面変化部 初期の割れ　白色磁粉 撮影：名古屋営業所　大橋
	・ガセットプレート断面変化部 上、下、中央の割れがつながり破断 撮影：名古屋営業所　大橋

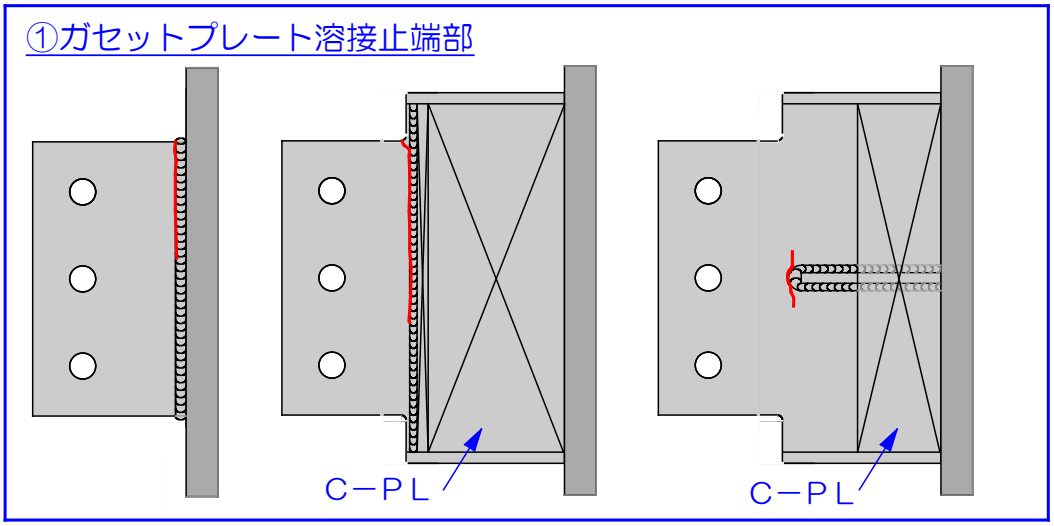
3.3　③Ｗｅｂ母材

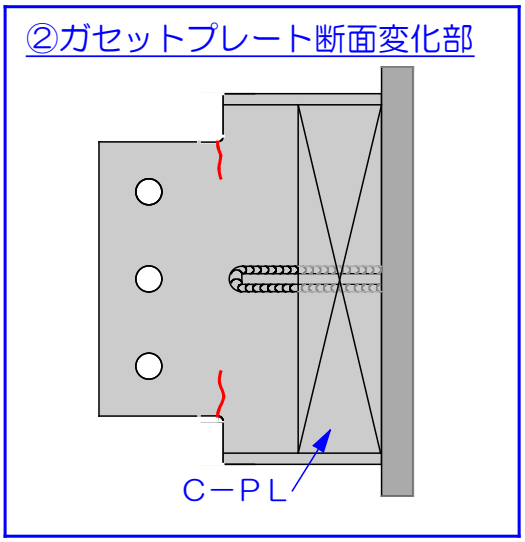
	・Ｗｅｂ　ボルト穴まわり めっき　目視観察
	・Ｗｅｂ　ボルト穴まわり めっき　白色磁粉
	・上記割れのＥＴ探傷波形 ＭＴをおこなう前に簡単に 割れと確認できた

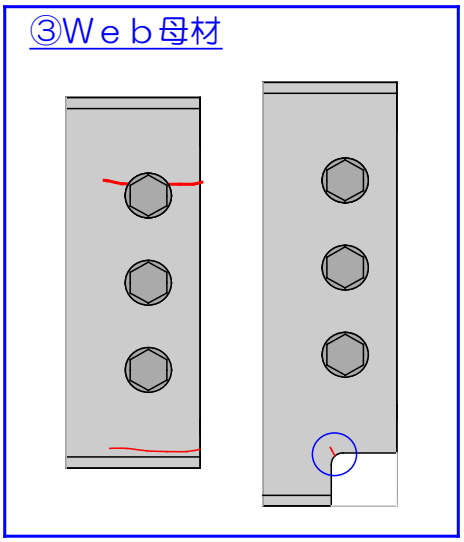
	・Ｗｅｂ　ボルト穴　割れ 　フィレット部　割れ めっき　目視観察 撮影：仙台営業所　池ヶ谷
	・Ｗｅｂ 　フィレット部（スカラップ）割れ めっき　目視観察 撮影：仙台営業所　池ヶ谷
	・Ｗｅｂ切欠き部 塗装剥離（上塗のみ） 白色磁粉

４．検査方法について

4.1 割れ発生位置と検査方法







割れ発生位置	表面状態	検査方法			備　考
		ＭＴ	ＥＴ	ＵＴ	
①　ガセットプレート溶接止端部	塗装	△	◎	－	
	めっき、塗装剥離	◎	◎	－	
②　ガセットプレート断面変化部	塗装	△	○	－	
	めっき、塗装剥離	◎	○	－	
③　Ｗｅｂ母材 （ボルト穴、フィレット部、切欠き部）	塗装	△	○※1	－	
	めっき、塗装剥離	◎	○※1	○※2	

・仕上げ材などにより磁粉探傷器の入らない場所はＥＴ

※１：部材角部、木端面などの短い割れはＥＴでの検出はやや難（△）

※２：ボルト（座金）隠蔽部（めっきＷｅｂのみ）

4.2 磁粉探傷試験

強磁性材料の保守検査なので磁粉探傷試験の選択は間違いないが、前処理と磁粉の選択に注意が必要だ。

①蛍光磁粉

蛍光磁粉を使用する場合、暗所でおこなうので日没後の検査、または白昼暗幕の中でおこなう事となる。この場合、前処理は完全でなくとも八割方できていれば熟練技術者ならほぼ割れは検出できる。(完璧に越したことはないが)　また、暗幕が小さいなどの理由で遮光があまりうまくゆかない場合は、割れの見逃しにつながってしまうので注意が必要。

②非蛍光磁粉

白色光の下でおこなうので、夜勤や暗幕下の探傷に比べ効率が良いが、割れの検出性能が前処理（バックグランド）に大きく影響される。　塗装の場合、完全に塗装剥離して金属光沢面上で探傷した場合、狭い場所で観察をおこなう為に試験面を観察する角度が限られ、バックグランド（背景の光の反射も含めて）が磁粉模様の検出に大きく影響する。　白色磁粉では、金属光沢面より錆び止め塗料が残っていた場合の方が磁粉模様とバックグランドのコントラスト良く、観察しやすい場合の方が多い。　めっき面ではリン酸処理により生じた酸化物を処理することが困難な場合、観察の障害になるばかりか、磁粉模様が形成されないこともある。（３ページ中段の写真）

また磁粉探傷試験の前処理には様々なツールを用意しておくことが必要で下記に列記しておく。

・電動カップホイール（ホイール各種）　・電動ミニルーター（砥石各種）
・ワイヤブラシ（各種）　・テストハンマー（1/2 ポンド、1/4 ポンド）
・スクレパー（各種）

4.3 渦電流探傷試験

磁粉探傷試験と違い塗装剥離などの前処理が不要で効率が良く、溶接止端部の割れはほぼ検出できるが、長さの短い割れ、木端面や材料端部の割れに対しては検出性能が少し劣る。　庇の接合部は場合によっては仕上げ材などにより、溶接部に対し極間式磁粉探傷器を適正に配置できない場合があり、狭隘部に対しては渦電流探傷が非常に有効である。　また、渦電流探傷試験はめっき面でも探傷可能である。

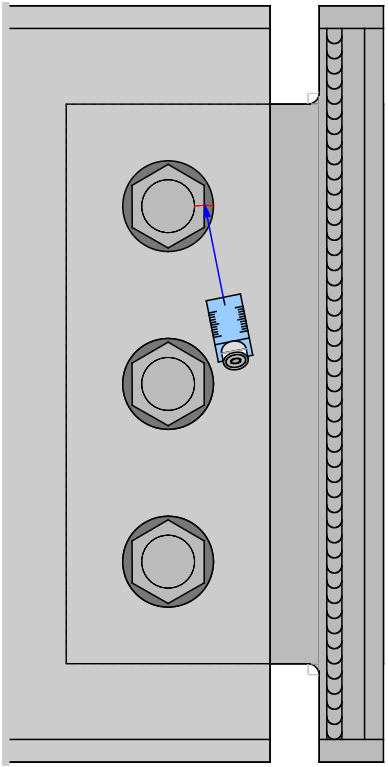
実際に起きた話であるが、試験対象の溶接部でバランス操作（ゼロ点調整のようなもの）をおこなうので、その溶接部が全線割れていた場合、割れがないと勘違いすることもある。　本年 3 月におこなった試験では、最初に探傷をおこなった溶接部が全線割れていて（普通は探傷前に気付かない)、その割れの上でバランス操作をおこなった為、信号波形が「縦割れ」と真逆の方向に出力され、しかも前述のようなリン酸化合物の影響で磁粉模様の形成も不完全で、疑問を残しながらすべての試験を終えた後、どうも納得できないので今度は裏面の溶接部でバランス操作をおこない探傷したところ「全線割れ」という結果が判明した。　危うく「溶接部全線割れ」を見逃すところであった。また、渦電流探傷試験で全線に渡り割れが検出され、信号波形の画像を報告書に載せてもビジュアル的に見栄えがしなく、迫力もないので検出した割れの報告には磁粉探傷による写真が必要だ。

4.3 超音波探傷試験

　めっきの庇ではしばしばＷｅｂのボルト穴から割れが発生している事がある。Ｗｅｂ面に露出しているものは目視、ＭＴ等で確認できるが、座金の下に潜んでいる割れを確認する方法は超音波探傷試験に限られる。

確認は下図のようにボルト穴からガセット側に進展している割れを捉えやすい方向で、表面が平滑な任意の位置から探傷する。
測定範囲は 250 ㎜、感度はφ4×4＋6ｄＢ程度でよい。（表面状態によるが）

探触子をボルト穴センターに向け、ボルト穴からのエコーを立たせその位置で探触子の首を振れば割れていれば解り易い。



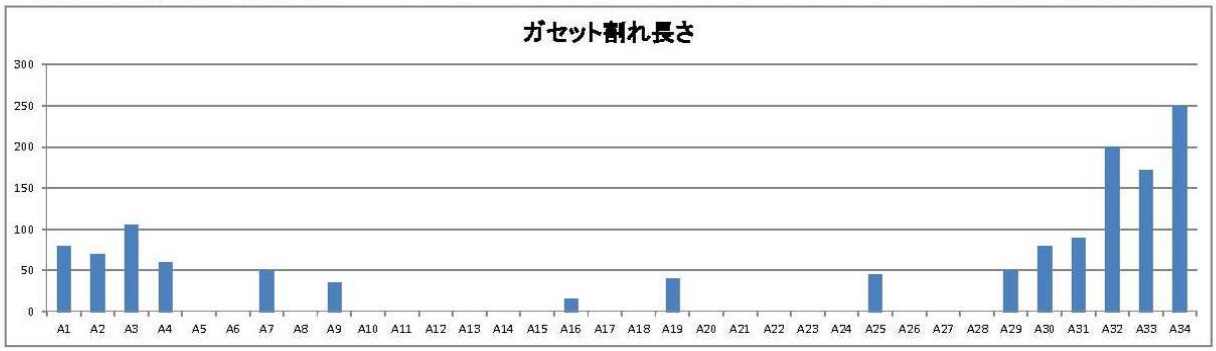
５．割れ発生位置、長さなどの分布

過去の調査報告書からガセットプレートに割れが発生している位置（庇全体における）、長さ、Ｗｅｂやボルト穴の割れ発生の有無をまとめてみた。

横軸は通り芯、縦軸はガセットプレートの割れ長さの合計、Web やボルト穴に割れが発生しているものは表に●印などを記載した。　庇の両端部に割れが多く発生し、その長さも長い。

5.1　三重県倉庫（めっき）

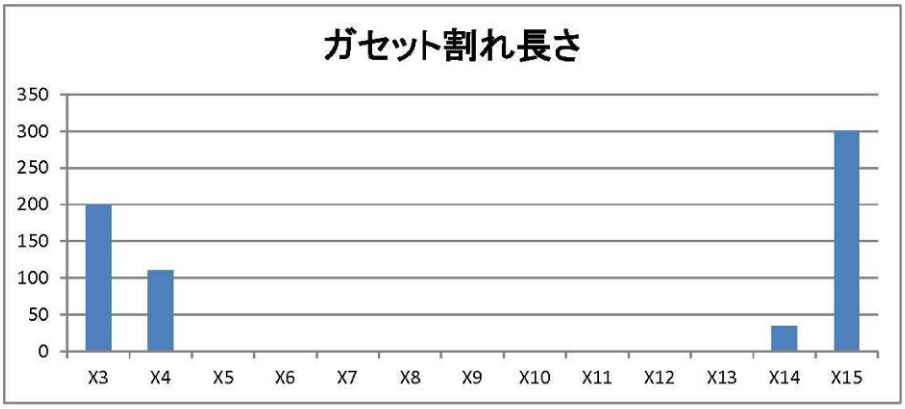
部位(通り)	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12	A13	A14	A15	A16	A17	A18	A19	A20	A21	A22	A23	A24	A25	A26	A27	A28	A29	A30	A31	A32	A33	A34
ガセット割れ長さ	80	70	105	60			50		35							15			40						45				50	80	90	200	172	250
Web割れ	●	●	●	●	●	●	●	●																							●	●	●	●
ボルト穴割れ	○	○	○	○	○	○	○	○	○																				○	○	○	○	○	○



：部分未検査

5.2　某病院（塗装）

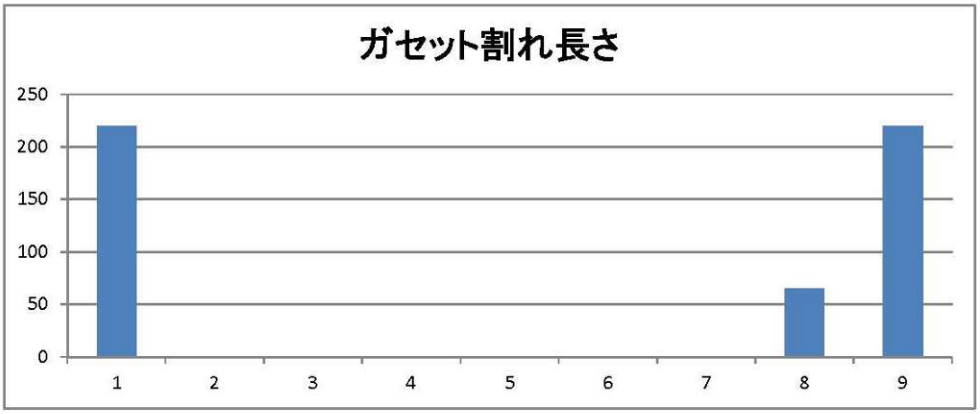
部位(通り)	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11	X12	X13	X14	X15
ガセット割れ長さ	200	110	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	300



全数検査

5.3　大阪倉庫（めっき）

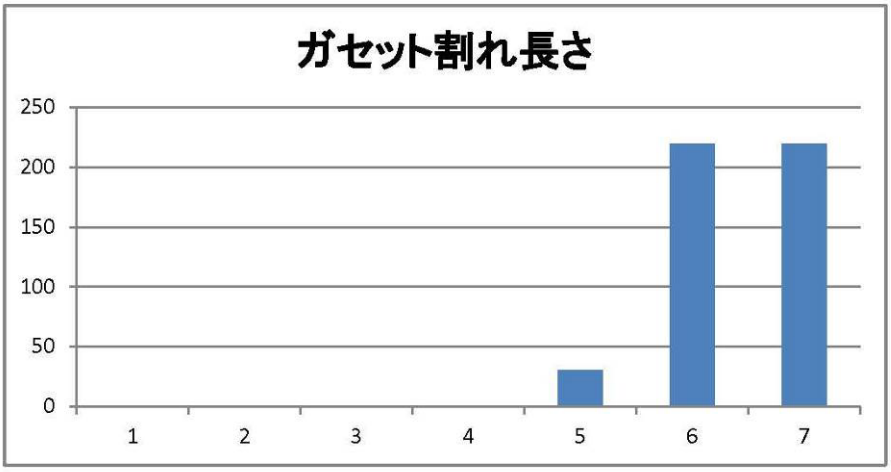
部位（通り）	3	4	5	6	7	8	9	10	11
ガセット割れ長さ	220	0	0	0	0	0	0	65	220
ボルト穴割れ	○	○						○	○



全数検査

5.4　名古屋倉庫（塗装）

部位（通り）	1	2	3	4	5	6	7
ガセット割れ長さ				0	30	220	220



：部分未検査

６．まとめ

・庇の非破壊試験はＭＴ、ＥＴ、ＵＴの準備が必要（客先の予算にもよるが）
・ほとんどの場合、割れが発生する接合部周辺が非常に目視し辛い場所にある。
　テストミラーは必須（梁上に寝転んでもよいが・・）

・非蛍光磁粉で観察しにくい部分の磁粉探傷試験をおこなうより、黒いシート等で遮光して蛍光磁粉を使用する方が確実。（特にＭＴを普段おこなっていない人は）

・塗装より「めっき」された庇のダメージが大きい。　Ｗｅｂのボルト穴やフィレット部に割れが発生している事例はすべてめっき鉄骨。

・割れの程度や分布を見てみると、位置的にキープラン上の端部が中央部に比べ著しくダメージが大きい

・庇が割れる原因として、太陽光による膨張・収縮の繰り返しによる説を唱える人がいるが、
　1 日 1 サイクル、10 年では 3600 サイクル（10^3 回）、この程度で割れるのだろうか？

・デジカメについて

名古屋営業所、大阪営業所では狭隘部での撮影の為、右図のようなＬＣＤが回転できるデジカメを使用している。
本技報のＰ２以降の大阪営業所撮影の写真は概ね被写体を正面から撮影できている。
名古屋営業所ではＢＯＸ桁下フランジ上のＵリブ突合せ溶接部の割れ削孔に活躍していた。