



金属組織観察入門

堀田 佳和

1. はじめに

今日の技術発展に、多くの金属材料が直接あるいは間接的に関わっている。強度や電気伝導性、熱伝導性、圧延性、外観等、金属は材料への高度な要求を満たしてきた。

金属材料の多くの性質である引張強度、伸び、降伏強度、保磁力、熱伝導性、電気抵抗は、材料組織と関連が大きい。そのため、金属材料の組織観察は、材料組織と材料特性の関係性を知り、材料欠陥や破壊原因の推定ができる重要な検査手法である。

そこで今回は、一般的な組織観察方法を順に解説し、具体的な例を一つ取り上げて弊社がどのように金属組織観察を行っているか紹介していく。

2. 概要

金属材料の組織観察はいくつかの工程からなり、図1に大まかな作業フローを示す。

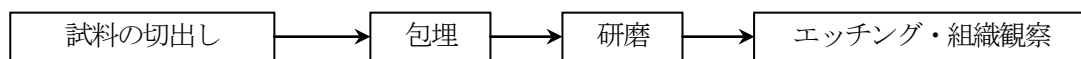


図1 組織観察作業フロー

個々の工程での調整が次の工程の出来具合、最終的な組織観察に大きな影響を与える。顕微鏡などで組織観察を行う場合、試料断面に引っかき傷、変形、汚れの付着があってはならない。試料断面が平面であり、コントラストがはっきりして組織が認識できる、いわゆる信頼できる考察が可能な表面状態になるよう研磨することが重要である。

次項で各工程を解説する。

3. 金属組織観察方法

3.1 試料の切出し

観察する試料の切出し方法の選択は、研磨面調整の第一歩であり特に重要である。図2に試料の切出し方法を示す。

試料切出しの際は、切断面の著しい変質を避けなければならない。このため予備試験で影響を確認する場合もある。実際の研磨面は採取された試料から材料をできるだけ減らさずに調整する。これに適した方法には、放電加工切断などがあるが、これらは時間がかかるため切出しが難しい材料に使われる特別な方法である。

また切出しには、切断砥石を用いた方法が広く一般的に使われ、これは数秒から数分で済むことが多い。この方法は、試料切出しの際に熱が幾らか加わるが、切断面の変質の影響が無い場合に使用される。切断砥石は研削材（酸化アルミニウム、炭化珪素、ダイヤモンドなど）と結合材（ゴム、プラスチック、金属など）からなる。通常、柔らかい結合材でできた切断砥石ほど硬い試料の切出しに使用される。それは、切出しの際にすり減った研削材がすばやく抜け落ち、結果として常に歯が鋭く維持されるので切れ味が落ちないからである。

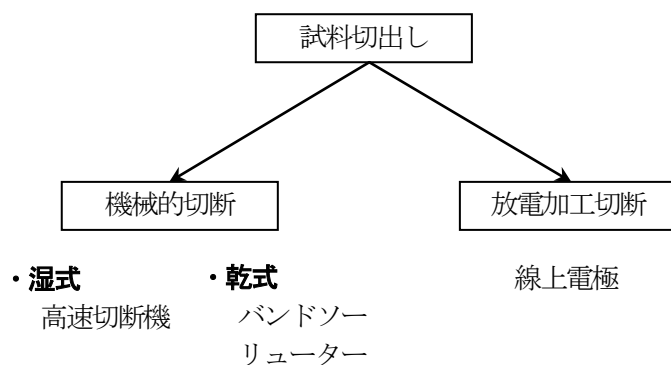


図2 組織観察における試料切出し方法

3.2 包埋

一般に試料を切出したところで埋め込みを行う。これは後工程である顕微鏡等による観察の際に平面をきちんと出しておくためである。埋め込みの際には、試料形状にあわせて断面方向、またはどの位置の断面を見たいのかなど考慮すべき点がある。

埋め込み材は、ポリマーに触媒を加え重合ポリマーを作り埋め固める有機系材料が一般的である。熱間硬化と冷間硬化の二種類の方法があり、両者は埋め込み重合を起させる際、熱を加えるか加えないかの違いにある。(表1)

表1 熱間・冷間埋め込みの比較

熱間埋め込み	冷間埋め込み
粉末、顆粒、圧縮成型試料は圧力と熱によって硬化 硬化材は長期保存可	液体、粉体と添加剤とを混ぜ合わせて使用 硬化材は冷所に保存、長期保存に向かない
硬化時間：約 15 分 熱硬化性樹脂：フェノール樹脂 エポキシ樹脂 圧力下 150℃程度で硬化 取り出す際のやけどに注意 熱可塑性樹脂：アクリル樹脂	硬化時間：15 分から 12 時間 熱硬化性樹脂：エポキシ樹脂 ポリエステル樹脂 熱可塑性樹脂：アクリル樹脂 硬化時間短い

3.3 研磨

包埋が完了した試料は次に研磨を行う。研磨の方法や手順、研磨剤については専門書などで詳しく述べられているが、ここでは標準的研磨法を紹介する。

- ①粗研磨・・・SiC 紙、80 / 120 / 220 / 500 / 1200 / 2400 番を湿式法で用いる
- ②事前精密研磨・・・6, 3, 1 ミクロン粒度のダイヤモンドペースト、粉体混合物、スプレーで合成絹または綿布上で潤滑剤を用いて行う
- ③精密研磨・・・毛、ピロード布上で、アルミナ粉体混合物を用いて行う

この方法は、研磨が手動でも自動でも行えるが、さまざまな種類の試料を迅速かつ正確に研磨するには、十分な経験が必要である。

3.4 エッチング・組織観察

精密研磨が終わった後、試料断面を顕微鏡で観察してもそこに当たる光がほとんど均一に反射されるため、人間の視覚は金属組織を認識できない。そのため、各種腐食液による「エッチング (腐食)」を行う。エッチングは本来、食刻 (腐食させて刻む) の意味であるが、金属組織では異なって流用されている。図3にエッチング方法を示す。

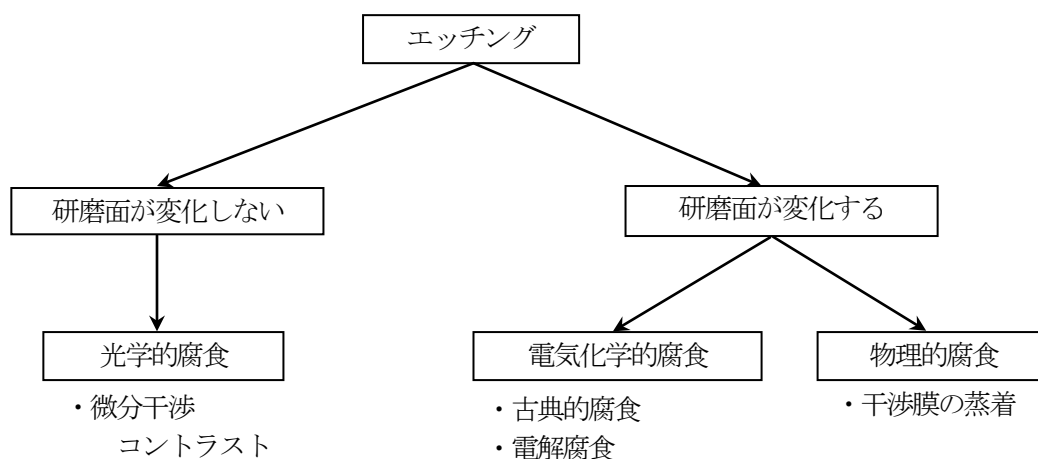


図3 組織観察におけるエッチング方法

エッチング方法は、それぞれ金属組織の観察を可能にする。これらのうち弊社は、電気化学的腐食に属す古典的腐食と電解腐食を主に行っている。古典的腐食は、単に試料表面が溶け出しコントラストがつく。一方電解腐食は、外部電気回路から電流を試料に流し研磨面から金属イオンが溶け出し腐食させる。

腐食液は、酸、アルカリ、中性溶液、混合溶液など様々あり、多くが経験的に調製されている。

エッチング後は、目的に応じて金属顕微鏡又はデジタルマイクロスコープなどで組織観察を行う。

4. 具体的な組織観察の例

4.1 試料の準備

実際にどのように断面試料を作製し、金属組織観察を行うか例を挙げて解説する。なお、例示する調査の目的は以下の通りである。

○調査目的

金属組織観察による部品工法の推定及び熱処理の有無の確認

試料は、ホームセンターで一般に販売されている「ねじ」を用意した。なお、このように試料のサイズが比較的小さい場合は切出しを行わないが、サイズや硬さにより、図5のような器具を使い分けて切出す。



図4 ねじ



バンドソー



リユーター



高速切断機

出典：丸本ストルアス Web ページ

図5 切出し器具

4.2 試料の包埋

液体の埋め込み材樹脂(ポリマー)と触媒を混ぜ合わせ、別のケース内に固定した試料に流し込む。(図6)

弊社では密着性や透明度が高く、収縮の少ないエポキシ樹脂を採用し、冷間埋め込みを行っている。

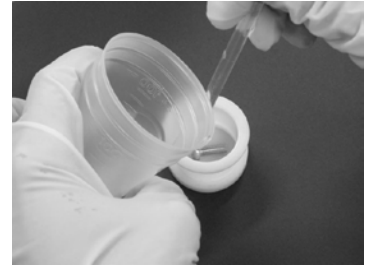


図6 試料の包埋

4.3 研磨

包埋が完了し、硬化し終えた試料(図7)を研磨する。研磨は次のように行うが、前述の標準的研磨方法とほぼ同じ工程である。

- ①粗研磨・・・SiC紙80～2400を湿式法で用いる(図8)
- ②精密研磨・・・9～0.25ミクロン粒度のダイヤモンドスプレーを合成絹等に吹き付け、潤滑剤で滑りを良く保ちながら研磨を行う。その後、アルカリ性懸濁液を使い研磨面を仕上げる。(図9)

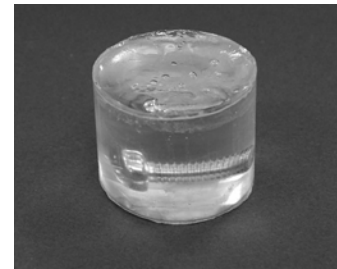


図7 包埋された試料

以上の工程は、状況に応じて手動・自動を使い分ける。



図8 粗研磨



図9 精密研磨

4.4 エッチング・組織観察

次に金属組織を観察するためエッチングを行う。種々ある鉄鋼のエッチング液から、ピクリン酸溶液及び3%ナイタルを用いた。次にそれぞれのエッチング観察写真を載せる。

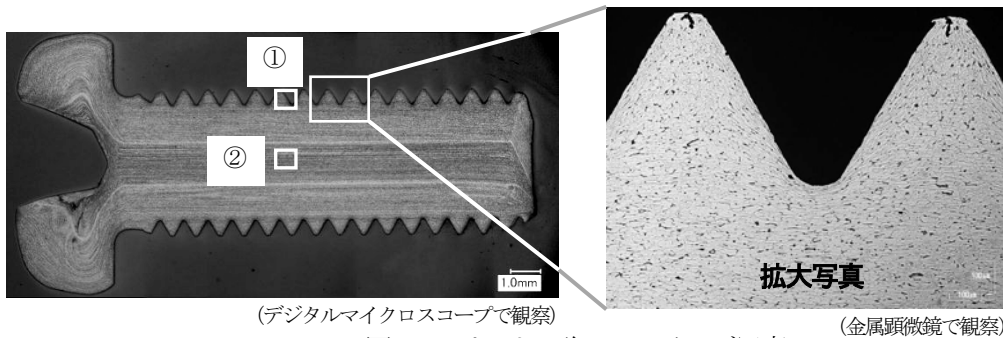
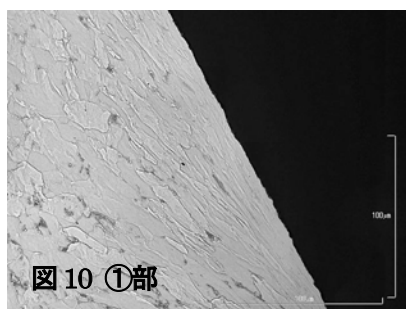
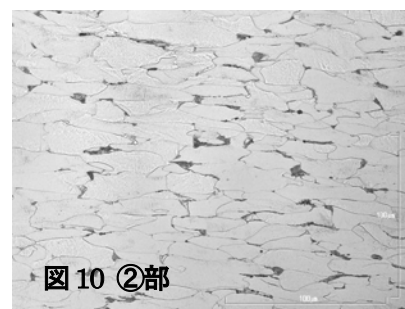


図10 ピクリン酸のエッチング写真



(金属顕微鏡で観察)

図10 ①部



(金属顕微鏡で観察)

図10 ②部

図11 ナイタルのエッチング写真

図 10 の拡大写真より、ねじ谷部の組織が扁平な組織となっているため、この部品の工法は転造と推定される。また、図 11 の左図から熱処理はされていないと判断され、右図から軸方向に延伸されたフェライト組織が観察される。

5. おわりに

金属組織観察から分かることは材料にとって重要な情報であることが多い。弊社は今回例に取り上げた工法推定・組織観察の他に、鉄鋼の浸炭組織（図 12）、脱炭組織（図 13）、腐食箇所の組織等（図 14）の観察も行っている。

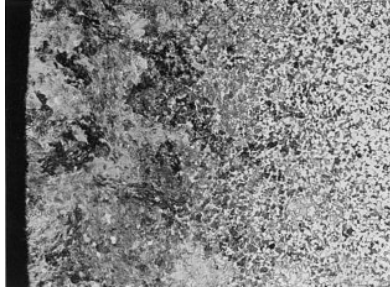


図 12 浸炭品組織

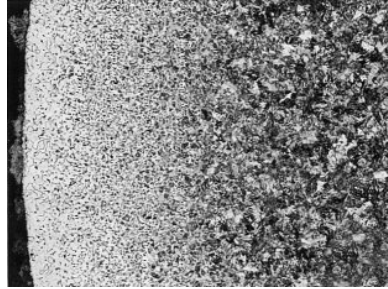


図 13 脱炭品組織



図 14 SUS304 の応力腐食割れ
※塩化マグネシウム溶液の応力腐食割れ試験による

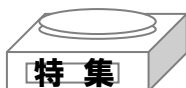
このような観察・調査が少しでも不具合調査や開発製品調査を行う方々の支援となれば幸いである。今後もお客様のニーズにお応えできるよう努力をしていきたい。

参考文献

- 1) 内田裕久／内田晴久：“組織学とエッチングマニュアル”
(1997) 日刊工業新聞社
- 2) ギュンター・ペツォー 著／松村源太郎 訳：“金属エッチング技術”
(1977) 株式会社アグネ
- 3) 丸本ストルアス株式会社 総合カタログ (2008)
- 4) 石田制一：“標準顕微鏡組織 第1類” (1987) 山本科学工具研究社
- 5) 小若正道：“金属の腐食損傷と防食技術” (1983) 株式会社アグネ



技術部 試験四課
堀田 佳和



低周波音について

佐藤 民男

1. はじめに

東日本大震災で甚大な被害を受けた東京電力福島第1原子力発電所の事故を受け、再生可能エネルギーへの関心がより高まった。その中でも、原子力に代わり太陽光や風力、地熱など自然エネルギーを利用した発電への期待は大きい。

しかし、発電コストやインフラ、安定供給など自然エネルギーへの転換には課題も多い。また、さまざまな環境影響も指摘されている。昨今では、低周波音に関する苦情などに対応するため、平成24年10月に施行される改正環境影響評価法で、環境アセス対象事業に風力発電事業が追加される。

このような背景から、環境省等公的機関から発表された文献を基に、低周波音問題の背景、定義、調査方法及び評価方法に関して概要をまとめた。

2. 騒音苦情の状況

騒音に係る苦情の件数（図1）は全体的に減少傾向である。一方、低周波音に係る苦情（図2）は、旧環境庁が「低周波音の測定方法に関するマニュアル」を発表した平成12年に前年比の2倍以上となり、以降増加傾向である。

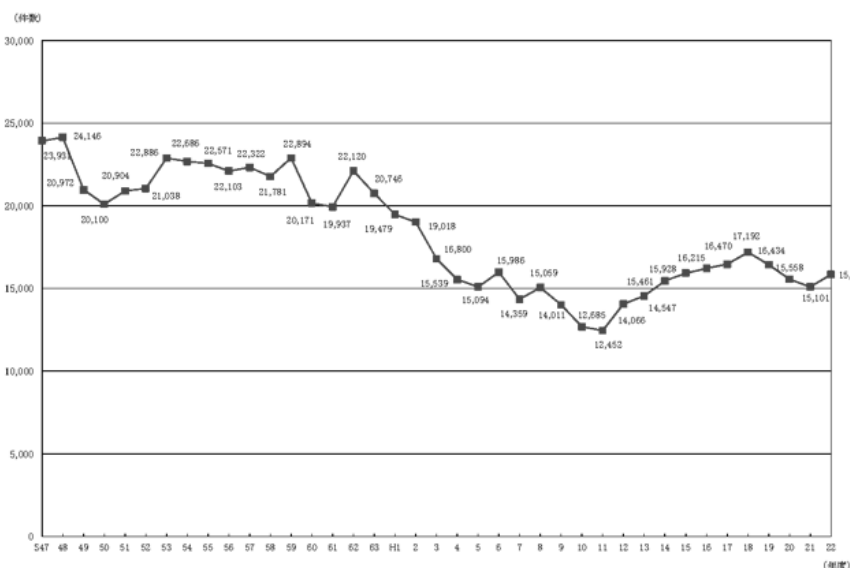


図1 騒音苦情件数の推移

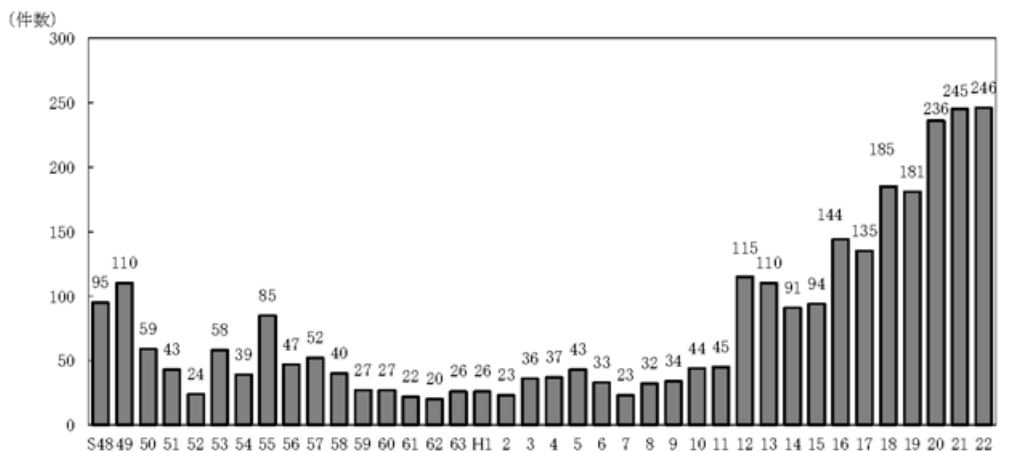


図2 低周波音に係る苦情件数の推移

(年度)

図1,2 出典：環境省「平成22年度騒音規制法施工状況調査について」

表1 低周波音に係る苦情件数の内訳

年度 発生源	H 7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	
工場・事業所	12	16	19	22	21	61	52	40	45	49	54	75	72	65	65	67	27.2%
建設作業	1	1	1	0	0	2	3	1	1	6	5	10	10	7	10	10	4.1%
道路交通	2	1	1	2	1	1	1	1	3	1	1	5	0	2	3	5	2.0%
鉄道	4	3	0	2	1	4	1	3	0	3	1	1	1	2	3	3	1.2%
家庭生活	0	0	3	7	1	20	16	20	21	21	15	20	26	43	28	46	18.7%
その他	4	11	10	11	21	27	37	26	24	64	59	74	72	117	136	115	46.7%
合計	23	32	34	44	45	115	110	91	94	144	135	185	181	236	245	246	100%

出典：環境省 「平成22年度騒音規制法施工状況調査について」

苦情の対象は一貫して工場・事業所が最も多く、近年、風力発電や自然冷媒ヒートポンプ給湯機などに対する苦情が増加している。(表1) これは環境問題に対応した循環型社会の構築の中で新たな問題になっている。

3. 低周波音とは

一般的に人間の可聴域音波の周波数は20Hz(ヘルツ)から20kHz程度までとされている。20kHz以上の音波を、超音波と呼び、一方20Hz以下の音波を超低周波音と呼ぶ。

低周波音は超低周波音に知覚されない領域の音を加えた概ね1Hz～100Hzまでの周波数域をいう。この周波数域の波長は1気圧、15℃の大気中の音の速度が約340m/sのため、1Hzが340m、100Hzが3.4mと長くなる。長い波長の音は減衰しにくく、低周波の影響が広い範囲に及ぶ可能性がある。

4. 低周波音の影響

低周波音の影響は、「物的影響」と「心理的・生理的影響」に大別される。

4.1 物的影響

物的影響は、音を感じないのに窓や戸など建具等が揺れる・がたつくなどの現象である。物的影響が発生する場合は、20Hz以下に卓越周波数成分をもつ超低周波音による可能性が高い。ただし、低周波音だけでなく地面振動によっても発生するため、両方の可能性を考慮しておく。

建具などは周波数が低いほど小さな音圧レベルで影響が現れる。さまざまな条件や状況などにより大きく異なるが、がたつきやすく、揺れやすい建具は、およそ5Hzで70dB(デシベル)、10Hzで73dB、20Hzで80dB程度からがたつき始めるといふ実験結果が得られている。

4.2 心理的・生理的影響

心理的影響は、睡眠障害や気分がいらいらするといった現象であり、生理的影響は頭痛、吐き気、耳なりなどが挙げられる。これらの影響の原因は、特定困難な場合が多く、低周波音又は低周波音以外の二つが考えられる。

このうち、20Hz以下の超低周波音により発生する心理的・生理的影響は物的影響も併発していることが多い。また、建具等の振動による二次的な騒音の発生もある。可聴域の低周波音の場合、非常に低い音が感じられることによって心理的・生理的影響が発生していることが多い。

心理的・生理的影響をもたらす低周波音のレベルに明確な結論は得られていない。

5. 低周波音の発生機構と発生源について

低周波音は自然界でも風の動き、水の流れなどから発生している。可聴域の低周波音は、機械や構造物が通常の稼働状態でも発生するが、超低周波音は、機械・構造物が正常な稼働状態になく、何らかの異常な稼働状態にある場合に多く発生する。

低周波音の主な発生機構と発生源を表2に示す。

表2 低周波音の主な発生機構と発生源

低周波音の発生機構	発生源
平板の振動（板や膜の振動を伴うもの）	送風機、ディーゼル機関（船舶、バス、トラック、発電装置） 橋梁、変圧器、機械プレス、振動ふるい、破碎機等
気流の脈動（気体の容積変動を伴うもの）	真空ポンプ、圧縮機等、脱水ポンプ
気体の非定常励振	風車、送風機の翼の旋回失速、システムのサージング**等
空気の急激な圧縮、開放	発破、鉄道トンネル、ジェットエンジン等

※ポンプ・送風機・圧縮機を、低流量域で運転するとき、管内の圧力・流量が周期的に変動する現象

6. 調査の手順

6.1 予備調査

調査・測定する場合、まず目的を明確にする。測定の目的は主として苦情対応、環境影響評価などの現状把握、対策及び発生原因の解明、対策効果の確認などが挙げられる。

低周波音の苦情が寄せられた場合、その内容を具体的に予備調査*する必要がある。20Hz以下の音圧を含む超低周波、可聴域を含む騒音、振動によるものか見極める必要がある。できれば、苦情者から直接話を聞き、現地で調査すると具体的な情報を得られやすいと考えられる。

当社などの専門測定機関とともに予備調査を行えば、簡易的な機器測定によって有用な情報を得られる場合がある。

(1) 苦情の内容把握

物的苦情は20Hz以下の超低周波音か地面振動が原因の可能性があり、心理的・生理的苦情は20Hz以下の超低周波音と20Hz以上の低周波による可能性が考えられる。超低周波音による建具等の振動から二次的に発生する騒音に悩まされる場合がある。

(2) 発生状況の把握

発生状況把握のポイントを表3に示す。

表3 低周波音の主な発生状況の把握のポイント

現象を感じずる場所	建具の取り付け状態、建具、窓等の開閉状態による影響等
現象の発生性状	持続的か間欠的な発生であるか、発生源との連動が推定できる
発生時期、時刻	発源の推定できる場合があり、風向き等の気象条件による影響も考えられる
耳で聞こえるか	聞こえる場合は可聴域の低周波音が推定でき、100Hz以上の周波数音を含む可能性がある
感覚について	圧迫感・振動感がある場合は大きな音圧レベルの超低周波音が発生している可能性があり、胸や腹に圧迫感を感じずる場合は可聴域の低周波音を含む可能性がある
建具等が振動するか	建具がどの程度振動しているかを把握する
苦情者の分布	周辺の同様な苦情者の分布により発生源の推定する手掛かりとなる
周辺の状況	周辺に大きな音圧レベルの低周波音の発生源があるかどうか調査する、対象の発生源が明らかな場合はその稼動状況等を確認しておく

6.2 低周波音等の測定

低周波音の測定は、風による影響が大きく、その影響をとりぞくことが難しい。

風が吹いている場合は、レベルレコーダによる音圧レベルのモニターを行い、風雑音の影響をチェックしなければならない。風が強い時は、正確な低周波音のデータが得られないので、風がおさまるまで低周波音の測定を中止する。

(1) 低周波音圧レベル計

低周波音の測定は、低周波音圧レベル計を三脚等に設置し、マイクロホン高さを地上1.2～1.5mの高さに固定する。マイクロホンに、ウインドスクリーンを装着する。

測定時に風雑音によって見かけ上の音圧レベルが不規則に変動する場合、低周波音圧レベル計を地上に置けば、風雑音の影響をいくらか軽減できる。

音圧レベルの録音は、周波数補正特性を G 特性にする。

周波数分析を行う場合や、持ち帰ってから分析を行う場合、低周波音圧レベル計の周波数補正特性を平坦特性にし、動特性を SLOW 特性（時定数は 1 秒）として録音する。

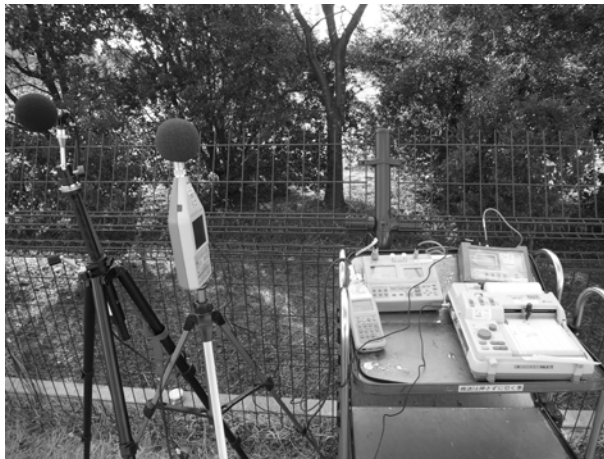
(2) データレコーダによる録音

多点同時測定を行う場合や詳細な解析を行う場合、低周波音・騒音・振動を同時に測定する場合、録音を行う。また、大きく変動する低周波音や間欠的、衝撃的な低周波音の場合、録音を行い、持ち帰って周波数分析をすることが望ましい。

録音は、低周波音圧レベル計の出力をデータレコーダの入力に接続し、低周波音のレベル波形をレベルレコーダでモニターしながら行う（図 3）。録音を始める前に、測定年月日、開始時刻、測定点番号、測定機器の番号、測定者名等をアナウンスし、低周波音圧レベル計の内部校正信号を 1 分程度録音する。

G 特性音圧レベルの場合、低周波音圧レベル計の周波数補正特性を G 特性にして録音する。周波数分析を行う場合、低周波音圧レベル計の周波数補正特性を平坦特性とする。

低周波音の録音にあたっては、入力信号がオーバーしないように低周波音圧レベル計のレンジを設定する。



測定機器（リオン社製）

低周波音レベル計 NA-18A

普通騒音計 NL20

振動レベル計 VM-53

データレコーダ DA-20(4CH)、

レベルレコーダ LR-07

他に 1/3 オクターブバンド実時間分析器

SA-29 を解析で使用

図 3 低周波音・騒音・振動の同時測定及び録音状況

6.3 評価方法

(1) 物的苦情に関する評価方法

- 1) 低周波音の 1/3 オクターブバンド音圧レベルを表 4 と比較し、参照値以上であれば低周波音による苦情の可能性が考えられる。
- 2) 低周波音の 1/3 オクターブバンド音圧レベルが参照値未満の場合には、地盤振動などについても調査を行い総合的に検討する。

表 4 低周波音による物的苦情に関する参照値

1/3オクターブバンド 中心周波数 (Hz)	5	6.3	8	10	12.5	16	20	25	31.5	40	50
1/3オクターブバンド 音圧レベル (dB)	70	71	72	73	75	77	80	83	87	93	99

出典：平成 16 年 6 月 環境省 「低周波音問題対応のための『評価指針』」

(2) 心身に係る苦情に関する評価方法

- 1) G 特性で 92dB 以上であれば、20 Hz 以下の超低周波音による可能性が考えられる。
- 2) 低周波音の 1/3 オクターブバンド音圧レベルを表 5 と比較し、参照値以上であれば低周波音の可能性が考えられる。

表 5 低周波音による心身に係る苦情に関する参照値

1/3オクターブバンド 中心周波数(Hz)	10	12.5	16	20	25	31.5	40	50	63	80
1/3オクターブバンド 音圧レベル(dB)	92	88	83	76	70	64	57	52	47	41

出典：平成 16 年 6 月 環境省 「低周波音問題対応のための『評価指針』」

(3)その他

上記(1)、(2)のどちらにも当てはまらなければ、低周波音問題の可能性は低い。その場合、100Hz 以上の騒音や地盤振動などについても調査を行い総合的に検討する。

(4)留意事項

参照値の適用にあたっては、次の事項に留意すること。

(平成 16 年 6 月 環境省「低周波音問題対応のための『評価指針』」5 項より抜粋)

- ・参照値は、規制基準、要請限度とは異なる。
- ・参照値は、都市計画法の用途地域、騒音規制法等の地域指定と関係なく、低周波音によると思われる苦情が寄せられた場合に適用する。
- ・参照値は、固定された発生源からの低周波音によると思われる苦情に対応するためのものである。したがって、交通機関等の移動発生源とそれに伴い発生する現象及び発破・爆発等の衝撃性の発生源から発生する低周波音には適用しない。
- ・参照値は、低周波音によると思われる苦情に対処するためのものであり、対策目標値、環境アセスメントの環境保全目標値、作業環境のガイドラインなどとして策定したものではない。対策にあたっては技術的可能性等総合的な検討が必要である。

7. おわりに

低周波音問題は、実態に不透明な点が多い。規制基準が設けられておらず、特に心理的・生理的影響の判断が難しい状況である。また、多くの環境計量証明事業所の測定実績が極端に少ないことから、情報の収集にも苦慮している。

しかしながら、今後も注目すべき問題であり、苦情などに対応する事前措置として、低周波音発生が懸念される設備や工場の敷地境界などで、現状把握のための低周波音測定をおすすめしたい。

*本著での「予備調査」とは、旧環境庁「低周波音の測定方法に関するマニュアル」(平成 12 年 10 月)の図 4.1 で、調査の目的、発生状況の把握(聞きとり調査)、測定計画の立案、予備調査をいう

引用文献

- 1) 旧 環境庁 (現 環境省) :
“低周波音の測定方法に関するマニュアル”
(平成 12 年 10 月)
- 2) 環境省：“低周波音問題対応のための「評価指針」”
(平成 16 年 6 月)



技術部
技術アドバイザー
佐藤 民男

お悩み ユニケミー事例簿

当社は社名の由来である「ユニーク&ユニバーサルなケミカル」をモットーとする分析会社として、お客様から日々寄せられる種々様々な悩みに対して、独自の発想と技術により問題解決の提案に取り組み続けています。本コーナーでは実際にあったご相談や調査事例を紹介いたします。今後、当社をご利用いただく際の参考として気楽にお読み下されば幸いです。

お悩み No. 4 予想外の分析結果に驚き・・・

海外メーカーに製造委託している金属部品に、強度低下の品質不良が多発していると相談があり、その原因調査の依頼を受けました。定石通り、まず指定材質（この事例では亜鉛系材料）を使用しているか成分分析で確認したところ、鉄が主成分と判明。指定材質と全く異なっているが、強度不足との関連が不明なため良品も同様に分析したところ、同じく鉄が主成分であるのが判明。その後、電子顕微鏡による拡大観察から、不良品は良品に比べ巣が多く点在する低密度の状態であるのが確認され、強度不良の原因が特定されました。しかし、以前から指定外の材料を使用していた事実も判り、依頼者も驚かれていました。

時に、調査目的以外の思いもよらない事実が判明することもある一例です。

お悩み No. 5 不良調査をきっかけに品質管理基準や設備仕様基準まで策定

【例1】

アルミ成型部品の溶接不良原因の調査依頼を受けました。部品表面に付着している物質を分析したところ、不良品は良品より油分が多く付着し、溶接前工程の洗浄不足が原因と判明しました。不良原因調査は完了しましたが、踏み込んで品質管理基準の策定を提案。1000本以上の部品を用い、溶接前に分析した付着油分量と溶接後の不良発生率の相関を調査した結果、ある一定以上の付着油分量で不良率が急増するのが解り、製品洗浄工程の管理基準値を決定できました。管理基準を明確にしたため、洗浄装置の要求性能も決まり、設備購入の仕様を新たに策定することができて、その後の溶接不良発生率の抑制に繋がりました。

【例2】

ステンレス製品の溶接不良原因の調査依頼を受けました。溶接部を断面観察したところ、微細な亀裂及び組織異常が確認されました。亀裂及び組織異常の状態と、溶接工法（レーザースポット溶接）に関する提供情報から、レーザー出力に問題があると判断されました。調査結果を受けて、ご依頼者が不良率低減を希望されたので、レーザー出力の管理基準を設定する為の試作品製造とその評価を提案しました。30個の製品を用い1個あたり4ヶ所、計120ヶ所についてレーザー出力を段階的に変化させながら溶接を実施。全ての溶接部位の断面観察を行い、亀裂及び組織異常とレーザー出力との相関を調査。実験により適切な出力設定を見出すことが出来、その後安定した品質の溶接製品の量産を実現できました。

『提案型分析により製造業の改善を支援する。』私達が目指す姿が形となった二例です。

“お悩みごと” お気軽に当社営業部まで、ご相談ください。

株式会社ユニケミー 営業部

TEL : 052-682-5619

FAX : 052-679-6281

E-mail : [eigyobu@unichemy.co.jp](mailto: eigyobu@unichemy.co.jp)