

19. 環境磁場の実測調査

A Surveyed Research of Environmental Magnetic Field Strength

恩村 定幸*

谷中 隆博*

要 旨

不定期に発生していたコンピュータ画面の微動について、その原因を特定するために環境磁場の計測を行った。その結果、建物直上部に位置する送電線からの漏洩磁場（交流磁界）が障害の主な原因であることが判明した。同時に、現状における環境磁場の様相や強さを把握した。

キーワード：環境磁場／交流磁界／実測調査

1. はじめに

磁気には、自然界に存在する地磁気、鉄など磁気を帯びやすい物体（磁性体）が移動することで発生する変動磁場、交流電流によって発生する交流磁場、永久磁石による直流磁場などがある。電子ビームを利用した機器が特に磁場の影響を受けやすく、近傍に高圧送電線や変電所あるいは鉄道等が在る建物では、テレビやコンピュータなどの電子機器に障害が起きることが認められている。当社においても、竣工当初よりコンピュータ画面が不定期に微動する現象が、発生していた物件があった。当初は、その障害の原因が特定できなかったが、環境磁場に関する研究成果^{1),2)}が広く一般に公表されるようになってきたこともあって、建物上部約12mに位置する送電線が形成する交流磁場の影響が、主な原因ではないかと推察されるに至った。

そのような状況の中、障害原因の特定と現状の磁場の様相と強さを把握するために、環境磁場の計測を行った。本報では、その実測結果について報告する。

2. 環境磁場の概要

2.1 磁場の種類

(1)地磁気

地球は北極近くにS極、南極近くにN極がある1個の磁石である。地球の磁気（地磁気）による磁場の変動は極めて小さく、日本での磁場の強さは $45\sim 50\mu\text{T}$ （マイクロテラス） $[=450\sim 500\text{mG}$ （ミリガウス）] 程度である。

(2)変動磁場

変動磁場は直流電源方式の電車の走行や強磁性体で構成されたエレベーターの昇降等、磁性体の移動時に発生する。

(3)交流磁場

交流磁場は、交流電流を使用する設備、機器からの漏洩磁場や、変電所や送電線および建物内の配電盤や変圧器等からの漏洩磁場によって形成される。交流磁場は周波数が高くなると電磁波の形で放射されるが、環境磁場問題は $1\text{kHz}\sim 10\text{kHz}$ 以下の低周波磁気を対象としている。なお、磁場の強さは周期的に変動する。

(4)直流磁場

直流磁場は、永久磁石を使用した機器からの漏洩磁場によって形成され、磁場の強さは変動しない。近年、建設時に鉄筋や鉄骨の磁化による残留磁気が直流磁場を形成することが問題視されている。

2.2 影響

(1)機器への影響

電子ビームを利用したCRT（cathode-ray tube＝ブラウン管）や電子顕微鏡などが、特に磁界の影響を受けやすい。CRTの場合、交流磁場の影響でディスプレイ画面が微動する。その揺れは磁力が印可される方向によって、縦揺れ、横揺れ、渦状の揺れなど、生じ方が異なる。一般に、1mm以上の揺れに対して異常を感じる人が多く、ディスプレイ画面の大きさにもよるが、 $8\sim 10\mu\text{T}$ （ $80\sim 100\text{mG}$ ）程度の交流磁場の影響で障害（1mm以上の揺れ）が発生する。直流磁場の場合は $100\mu\text{T}$ （1G）程度の磁力が印可されるとディスプレイ画面に色むらが発生する。

(2)人体への影響

人体に対する磁場変動の影響に関しては、様々な情報が氾濫しているが、現状ではその因果関係が明確に特定できておらず、今後の研究成果が待たれる状況にある。

一方、WHO（世界保健機関）が1987年に発行した健康保険基準⁶⁹には、「 $500\mu\text{T}$ （5G）以下の磁界（60Hzの

*建築工法・材料研究室

交流磁場)においては、いかなる生物的影響も認められない」という知見が示されている。また、1998年にICNIRP（国際非電離放射防護委員会）では一般人に対して、60Hzの交流磁場における連続暴露ガイドライン値を80 μ T（800mG）以下と定めており、日本の電波防護指針もこれらWHOやICNIRPの見解を支持している。

2.3 対策

対策としては、影響を受ける機器を磁界から遠ざける方法と磁界の影響を遮断する方法がある。後者は、機器を囲う強磁性体で作られた箱状のもので、磁気シールドと呼ばれる。また、最近では磁界の影響を受けにくい（もしくは磁気漏洩が少ない）電気機器が多く開発されているので、そのような製品を使用することも対策の一つといえる。

3. 環境磁場の実測

対象の建物で認められた障害は、コンピュータディスプレイ画面の上下方向の揺れである。したがって、建物直上部の送電線によって発生する交流磁場が原因と考えられ、磁気はコンピュータディスプレイ画面の横側から印可されていると推察された。また、不定期に揺れが発生することから、送電量が大きくなった時に障害が起きると予測された。これらのことを確認するために、障害が発生している時および障害が発生していない時において、環境磁場計測を行った。また、平成11年6月から平成13年6月までの間における障害発生頻度を計測した。

3.1 計測概要

(1)計測場所と位置

対象建物は大阪府高槻市に位置し、建物の構造はRC造2階建てである。建物直上部には77kVの特別架空送電線が走り、建物と送電線との位置関係は図-1に示すとおりである。図-2～図-4に計測位置の平面図を示す。測定高さは床上1.0mである。

(2)日時

（障害が発生していない時）

①平成10年11月24日（火）晴天（13:10～16:10）

（障害が発生している時）

②平成11年12月21日（火）晴天（8:45～9:00）

③平成12年10月23日（月）晴天（11:30～12:00）

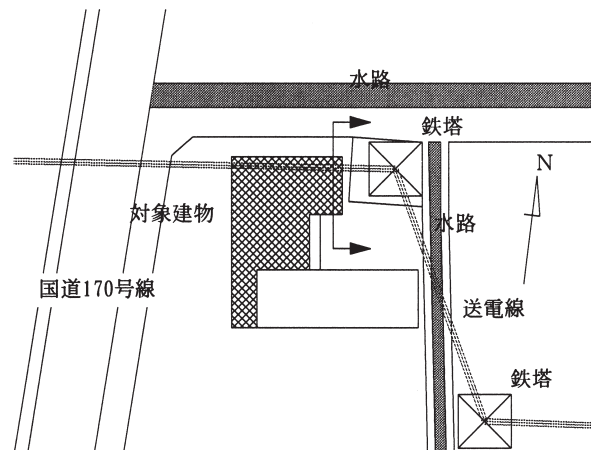
④平成13年4月17日（火）晴天（9:30～10:30）

(3)計測機器

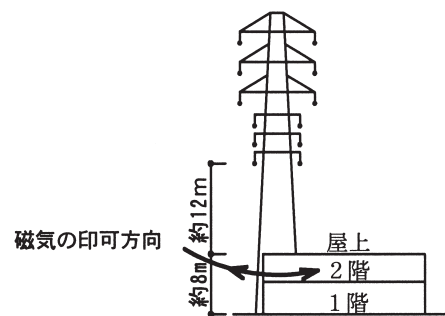
計測器には三軸交流磁界測定器RM-300（エムティアイ社製）を使用した。主な仕様を表-1に示す。なお、計測値は実効値である。

表-1 計測器の仕様

プローブの種類	空心サーチコイル
校正証明書の有無	有り（平成10年10月7日）
計測レンジ	10 μ T（100mG）
分解能	0.01 μ T（0.1mG）
計測可能周波数	50Hz～20kHz



【配置図】



【断面図】

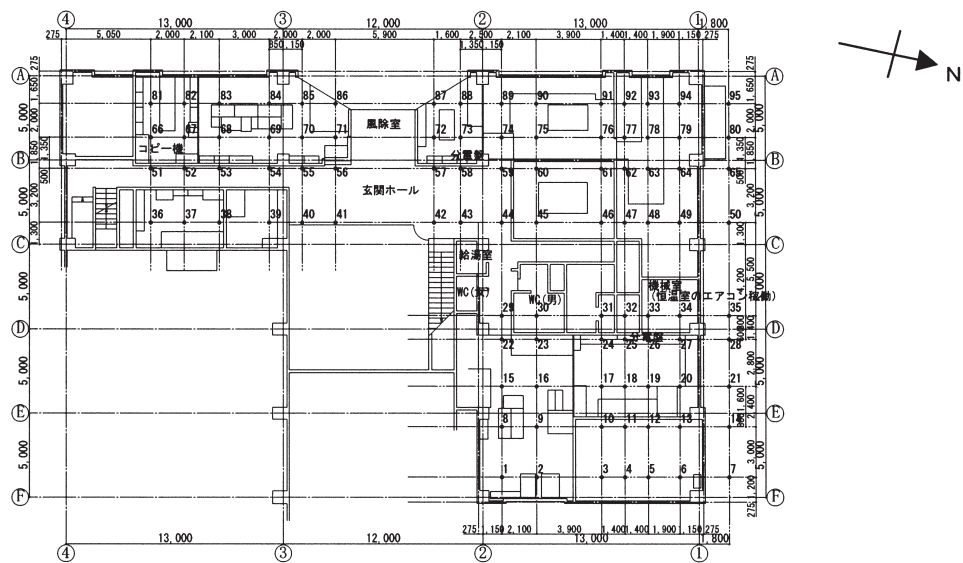
図-1 建物と送電線との位置関係

3.2 計測結果

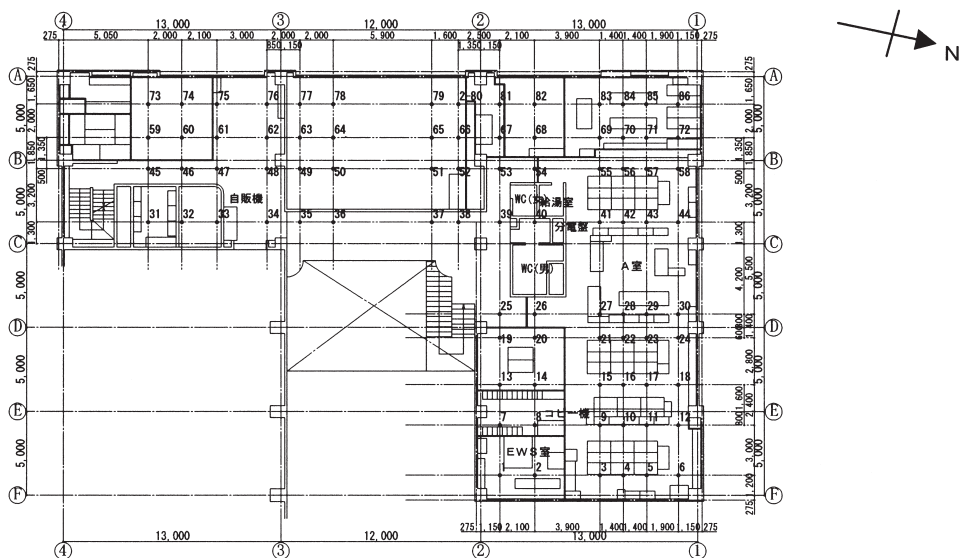
図-5～図-10に障害が発生していない時の測定結果を、図-11～図-16に障害が発生している時の測定結果を示す。なお、測定結果は磁界の強さ（実効値）をコンター（等高線）で表現している。単位にはmGを用いた。矢印は推定される磁気の印可方向を示す。

3.2.1 磁場

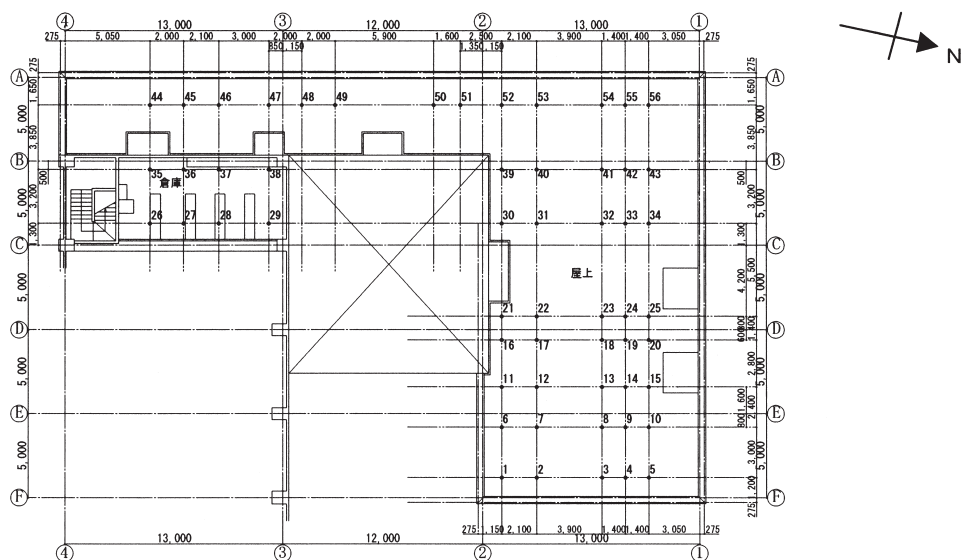
コンピュータや蛍光灯などの電機製品は、電気が流れている限り多少なりとも交流磁場を形成する。したがって、建物直上部の送電線による磁場を厳密に調査することは非常に難しいが、測定の結果から磁場については以下のことが言える。



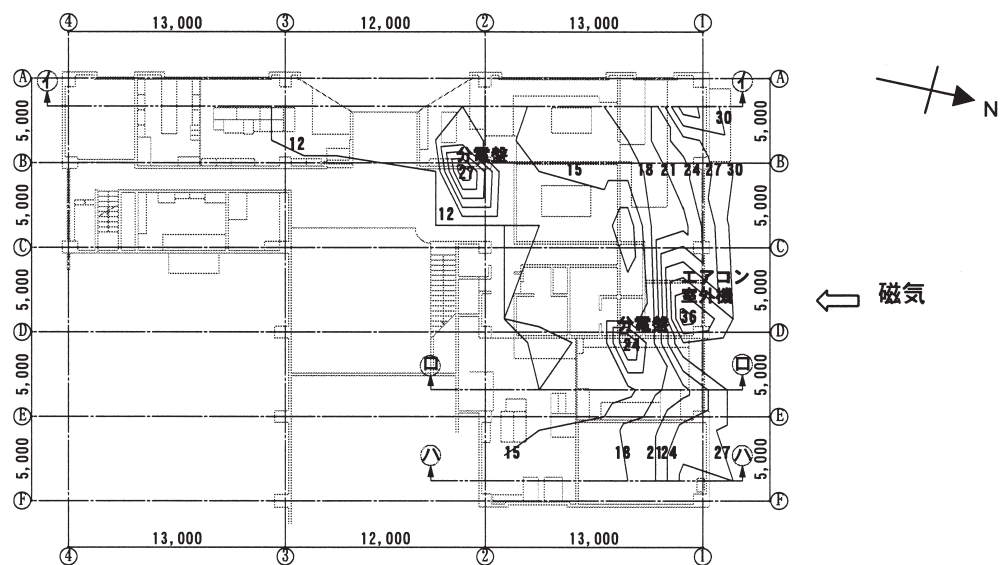
図－２ 環境磁場の計測位置（平面図）１階 計測点数95



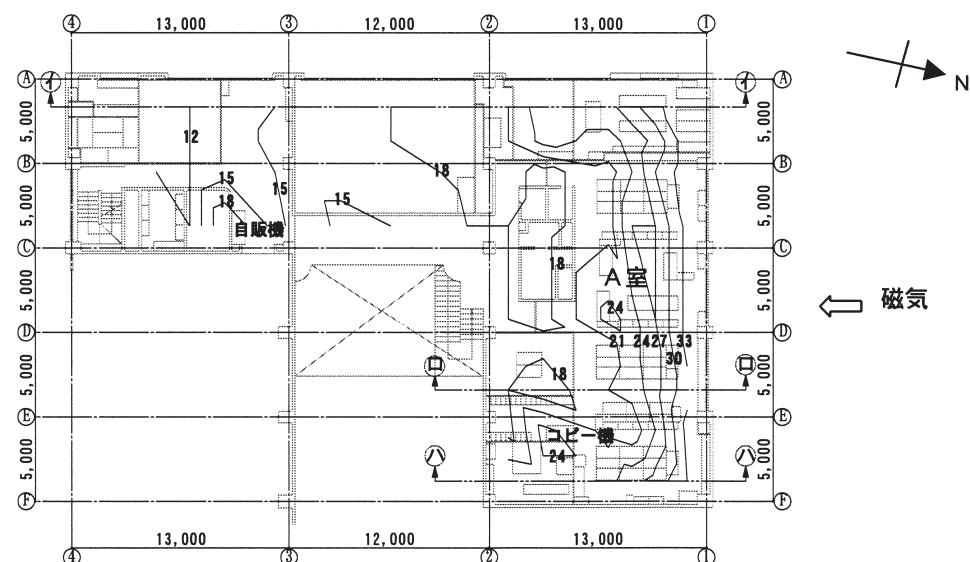
図－３ 環境磁場の計測位置（平面図）２階 計測点数86



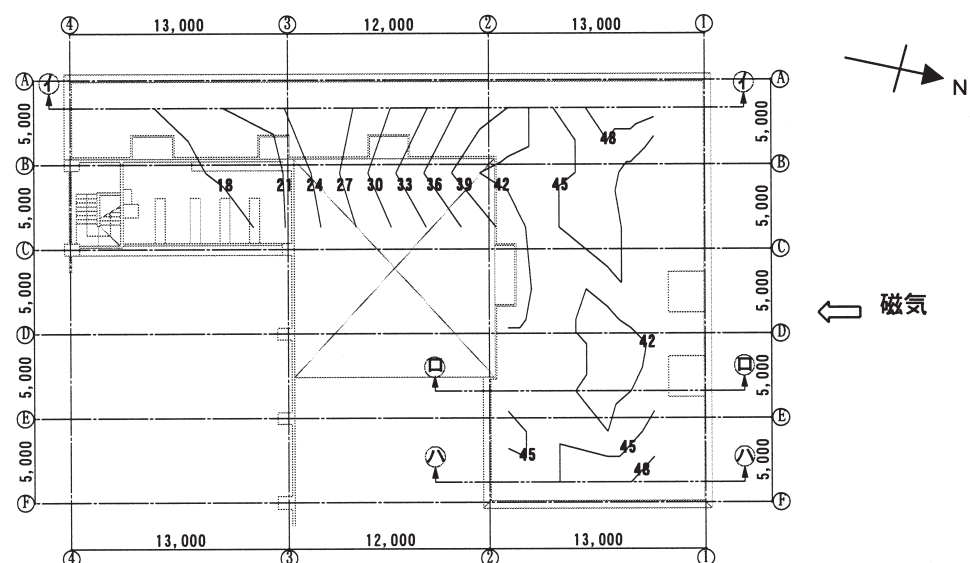
図－４ 環境磁場の計測位置（平面図）屋上 計測点数56



図－5 障害が発生していない時の環境磁場計測結果（平面図）1階



図－6 障害が発生していない時の環境磁場計測結果（平面図）2階



図－7 障害が発生していない時の環境磁場計測結果（平面図）屋上

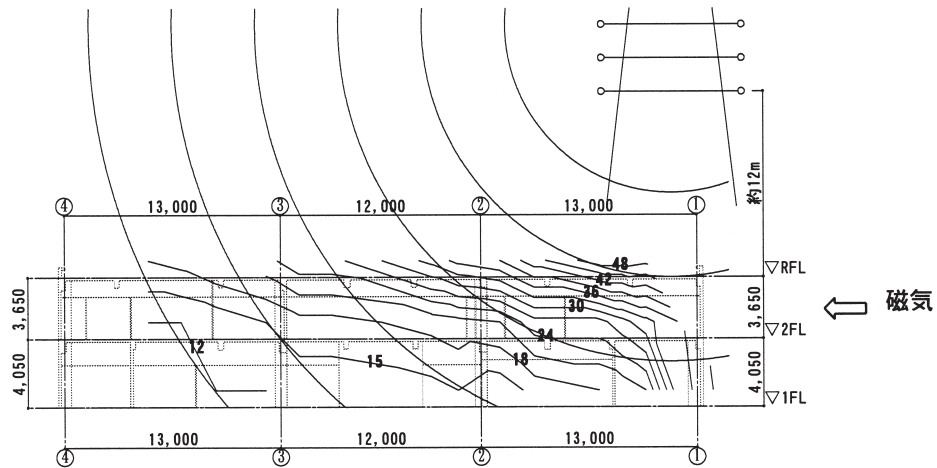


図-8 障害が発生していない時の環境磁場計測結果（イーイ断面）

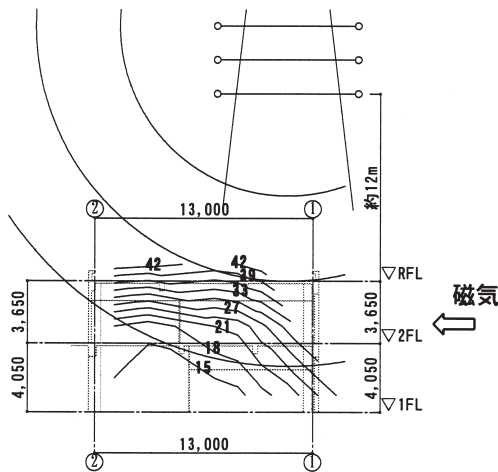


図-9 障害が発生していない時の環境磁場計測結果（ローロ断面）

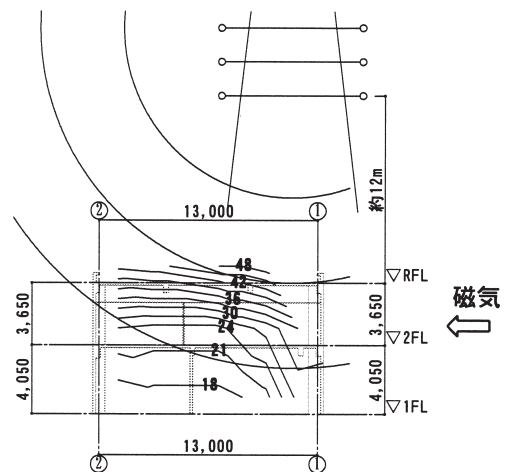


図-10 障害が発生していない時の環境磁場計測結果（ハーハ断面）

(1)障害が発生していない時

①図-5でコンターが閉じている部分は、分電盤（ $2.4 \mu\text{T}$ （ 24mG ）、 $2.7 \mu\text{T}$ （ 27mG ））および稼動中のエアコンの室外機（ $3.6 \mu\text{T}$ （ 36mG ））の周辺であり、局所的な磁場が形成されていることがわかる。また、図-6から、2階でもコピー機（ $2.4 \mu\text{T}$ （ 24mG ））や自販機（ $1.8 \mu\text{T}$ （ 18mG ））が磁界を発生していることが確認できる。

②図-6および図-7に示された屋上や2階の磁場の様相（磁界の等高線）がきれいな層状を示していることから、送電線による交流磁界の影響が認められる。等高線の形状から磁力は北から南へ印可されていると考えられる。

③図-8～図-10には磁界の等高線と送電線を中心とした同心円を示している。屋上から2階にかけての磁界の等高線がその同心円とよく一致していることから、

送電線による交流磁界の影響が確認できる。その他の場所については、送電線による磁界影響が距離減衰で小さくなるうえ、様々な機器による磁界の影響を受けるために磁場の分布が乱れたと考えられる。

④図-9では磁力線進入部分は窓ガラスであるが、図-10ではコンクリート壁である。両者を比較して大きな違いが見られないことから、交流磁界の場合、通常のコンクリート壁（厚150、D-10@200の千鳥配筋）に大きな磁力遮断効果を期待することはできないと考えられる。

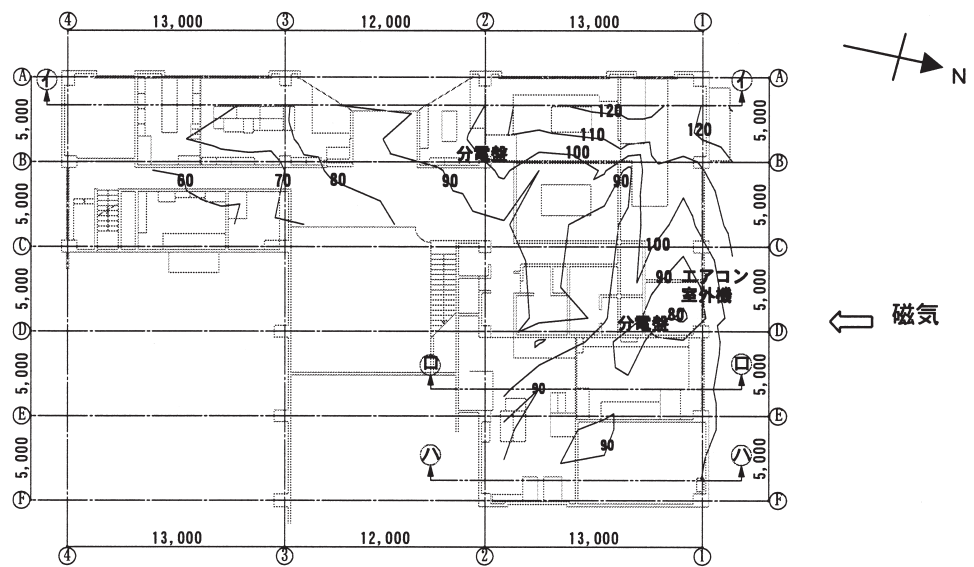


図-11 障害が発生している時の環境磁場計測結果（平面図）1階

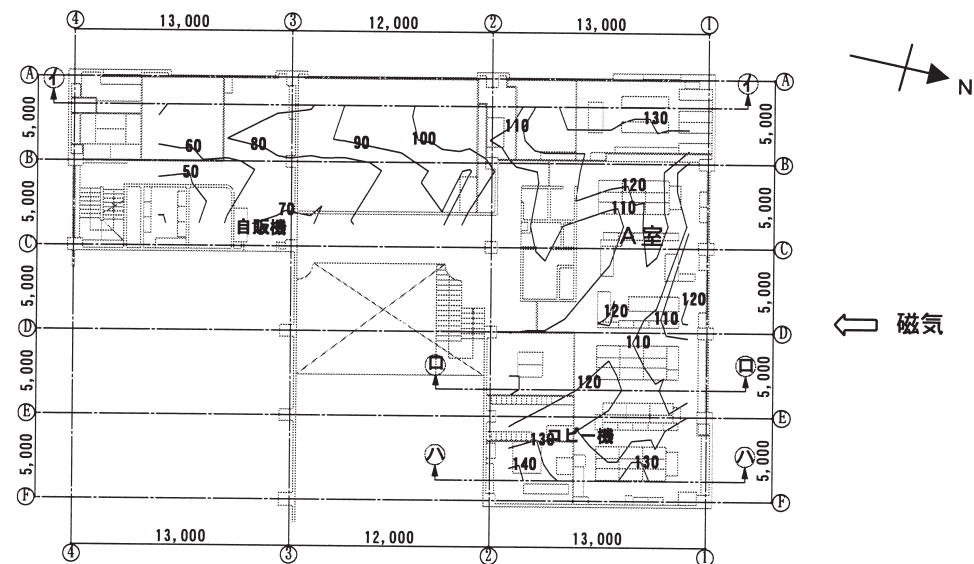


図-12 障害が発生している時の環境磁場計測結果（平面図）2階

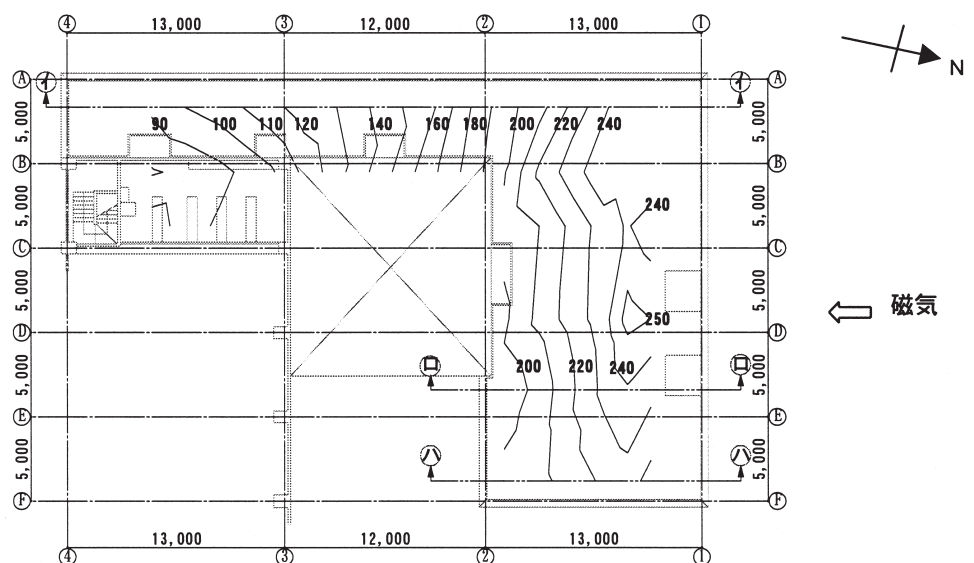


図-13 障害が発生している時の環境磁場計測結果（平面図）屋上

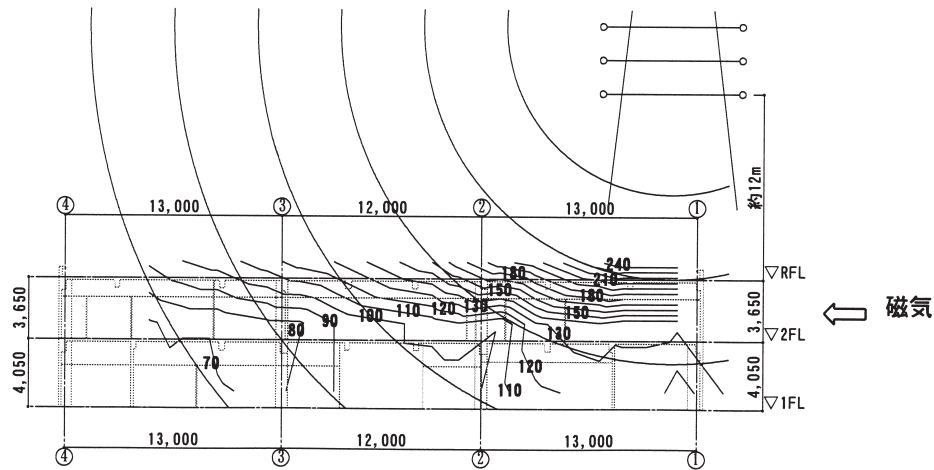


図-14 障害が発生している時の環境磁場計測結果（イ-イ断面）

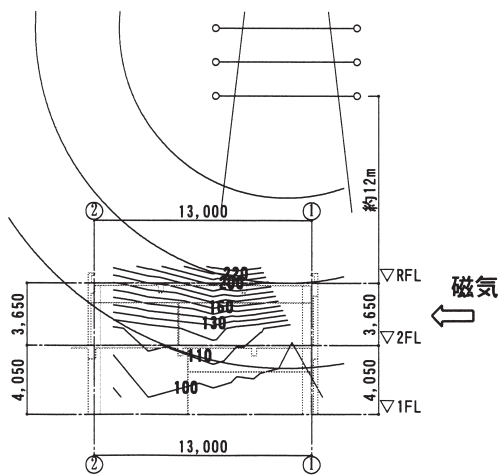


図-15 障害が発生している時の環境磁場計測結果（ロ-ロ断面）

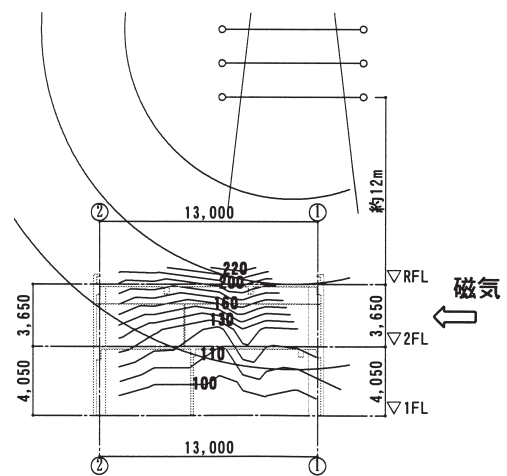


図-16 障害が発生している時の環境磁場計測結果（ハ-ハ断面）

(2)障害が発生している時

①障害が発生していない時に見られた分電盤や機器による局所的な磁場が、図-11と図-12からでは確認できない。このことは印可されている磁力が非常に大きいことを意味している。

②図-13に示された屋上の磁場の様相は、障害が発生していない時と同様にきれいな層状を示しているが、図-12に示された2階の磁場の様相は比較的不明瞭である。しかし、図-14～図-16において、屋上から2階にかけての磁界の等高線が送電線を中心とした同心円とよく一致していることから、送電線による交流磁界の影響が確認できる。

③障害が発生している時における2階A室の磁界の大きさは約 $10\sim13\mu\text{T}$ （ $100\sim130\text{mG}$ ）であった。一方、1階の計測結果はほぼ $10\mu\text{T}$ （ 100mG ）以下で障害は発生していない。障害はこれまで2階A室でしか確認されておらず、本測定結果は実状や文献とよく一致し

ていることがわかる。

④図-15と図-16から、障害が発生している時においても通常のコンクリート壁に磁力遮断効果を期待することはできないことが確認できる。

3.2.2 送電量の推察

送電線による磁界は源が線であるため距離に反比例して減衰する。障害が発生していない時における2階A室（送電線より約15m離れている）の磁界の大きさは約 $2\sim3\mu\text{T}$ （ $20\sim30\text{mG}$ ）であることから、送電線近傍（50cm内外）の磁界の大きさは約 $75\mu\text{T}$ （ 750mG ）程度と推測される。一方、障害が発生している時での2階A室の磁界の大きさが約 $10\sim13\mu\text{T}$ （ $100\sim130\text{mG}$ ）であることから、送電線近傍の磁界の大きさは約 $300\sim400\mu\text{T}$ （ $3\sim4\text{G}$ ）であったと推察される。磁界の大きさは電流の大きさに比例するので、障害が発生している時には送電量が通常の4倍以上に達していたのではないかと推察される。

3.2.3 障害発生頻度

竣工当初から数年間は、障害発生 の頻度が非常に高かったが、年々減少する傾向にあった。計測を行った平成11年1月から平成13年6月までの2年半の間に顕著な障害が発生したのは計5回にすぎず、2回／年と頻度は小さい。これは、コンピュータの入れ替え毎に機器自体の磁界防護性能が向上していったためと思われる。また、人体への影響については、磁界の強さが前述したガイドライン値の20%以下であることから、特に健康上の問題はないと思われる。

4. まとめ

コンピュータディスプレイ画面の上下方向の揺れという障害の原因を特定するために、障害が発生していない時と障害が発生している時に環境磁場の計測を行った。

その結果、建物直上部に位置する送電線からの漏洩磁場が障害の主な原因であることが判明した。同時に、以下に示す環境磁場の様相や強さを把握することができた。

- (1)送電線を中心とした同心円状に磁界が発生しており、障害が発生していない時の磁界の強さは約 $2\sim 3\mu\text{T}$ (20~30mG)である。
- (2)障害が発生していない時は、コピー機や自販機等の機器および分電盤周辺において、磁界の強さが他よりも若干強い。
- (3)磁界の強さが $10\mu\text{T}$ (100mG)を超えるとコンピュータディスプレイ画面に障害が発生する。

障害に対する対策としては、シールド等を建物に施すことは莫大な費用を要するので、個別対策、例えば、各コンピュータディスプレイをシールドする方法や液晶ディスプレイへ移行する方法などを現在検討している。

[参考文献]

- 1) 日本建築学会編：環境磁場の計測技術－現場における計測の事例－、丸善、1998
- 2) 日本建築学会編：電磁磁場と建築設計－はじめての設計者のために－、丸善、2000