

# 横浜駅西口地下街防災用無線通信システム

## Emergency Radio System for the Underground Town at Yokohama Station

現在、地下街防災対策の一環として、無線の不感地帯を解消するため、消防用無線通信補助設備の設置が義務づけられている。更に、最近では、この設備を警察用や地下街自身の防災管理用にも有効利用する傾向にある。特に、横浜駅西口地下街区は、多くのビルの地階部分が相互に貫通連絡して大規模な地下街区を形成しているため、より効果的に運用できる無線通信設備とすることが必要であった。この設備は、地下街区全域に布設された漏洩同軸ケーブル回線網を消防・警察・防災管理用の各無線に共用し、更に消防無線自動中継方式や防災管理無線ゾーンの地区分割方式などを採り入れ、従来には見られない多機能なシステム構成となっている。

本稿では、横浜駅西口地下街防災用無線通信設備の概要について紹介する。

内田祐次\* Uchida Yūji  
 小山行雄\*\* Koyama Yukio  
 平沢 稔\*\* Hirasawa Minoru  
 小栗正裕\*\*\* Oguri Masahiro

### 1 緒 言

現在、地下街の防災用には種々の設備が義務づけられている。その中で「無線通信補助設備<sup>1)</sup>」は消防活動を迅速に行なうための通信連絡機能として重要な設備である。

横浜駅西口地下街区は、昭和39年に完成した駅前西口広場下のダイヤモンド地下街を中心として、その後、西口周辺に建設された16のビルの地階を互いに貫通連絡して建設されたもので、東洋一の大規模地下街区を形成しており、これまでも地下街及びビル地階は独自に各種の防災設備やそれらを集中監視、コントロールする防災センターの設置など、万全の防災対策を採ってきた。

更に、このたびの無線通信補助設備の設置に当たっては、地下街区全域を一括した防災管理体制がとれるように、16の地下街区全域を漏洩同軸ケーブル(以下、LCXと略す)で接続し、消防無線に加えて、警察無線や地下街が独自に運用できる防災管理無線を採り入れ、総合的な防災用無線通信設備を設置した。

この設備では、消防無線での地下系↔地上系自動中継方式、防災管理無線での無線ゾーンの地区分割方式などを採用し、更に、LCXの特長である一般同軸ケーブルとアンテナの性能を併せもつという多機能性、広帯域伝送特性を活用した多機能なシステム構成となっている。

以下、横浜駅西口地下街防災用無線通信設備の概要について紹介する。

### 2 横浜駅西口地下街防災用無線通信設備の概要

横浜駅西口地下街区は、図1に示すように16の地下街(以下、各地下街を地区と呼ぶ)から成り、各地区は地下1階ないし3階で構成され、その延べ面積は約13万m<sup>2</sup>である。

今回設置された無線通信設備の概要と、その主な通話機能を図2及び表1に示す。防災用無線通信設備は、地下街での無線の不感地帯を解消し、各種防災活動に当たる地下街内の消防隊員は消防指揮本部、警察官は派出所、警備員は防災センターとの間で、それぞれの無線連絡が円滑に行なえるようにするためのものであり、更に、各無線が有効に運用されることが必要である。

この設備は、地下街に展張された約8kmのLCX回線網とこれに接続された消防用自動中継器、警察用基地無線機、地下街防災管理用の総合基地局、16の地区基地局などから構成されるシステム設備であり、次のような特長をもっている。

- (1) 消防、警察、防災管理用の各無線が同時に独立して運用できる。
- (2) 各無線とも地下街区全域を一括した通信系が確保できる。
- (3) 防災管理無線では各地区がそれぞれ独自に運用することもできる。一方、総合防災センター～地区防災センター～警備員間が有機的に接続できるようになっている。
- (4) 消防無線では地上の無線通信系と地下街内の無線通信系が直接交信できる。

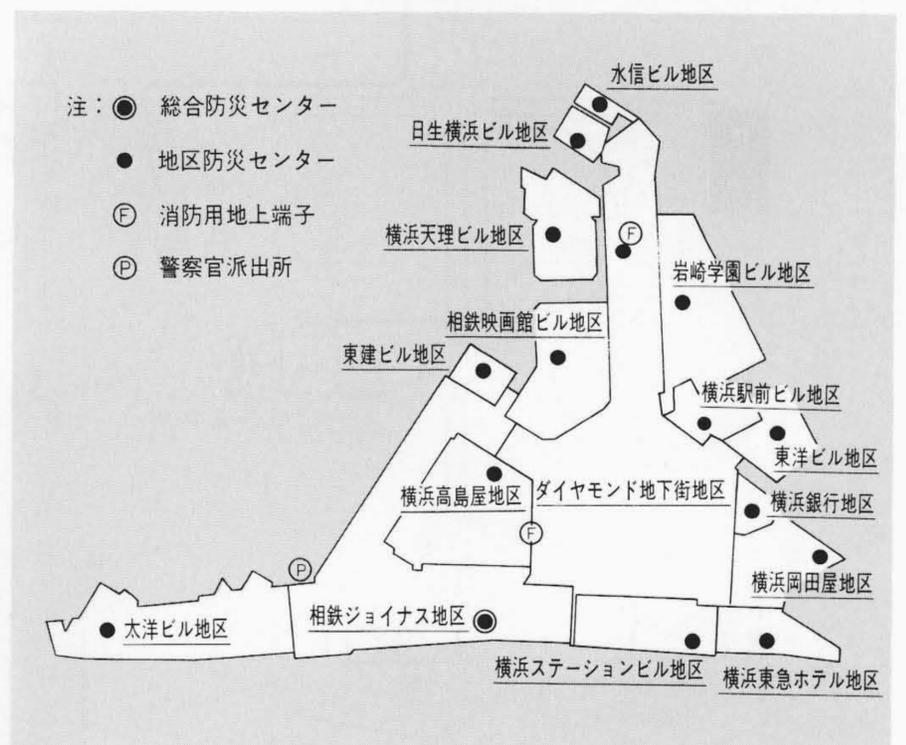


図1 横浜駅西口地下街区の概要 各地区(ビル)は、独自の防災センターをもっており、相鉄ジョイナス地区の防災センターが地下街区全域を統括する総合防災センターとなっている。

\* 横浜駅西口建築物等総合共同防火管理協議会 事務局 \*\* 日立電線株式会社 \*\*\* 日立製作所機電事業本部

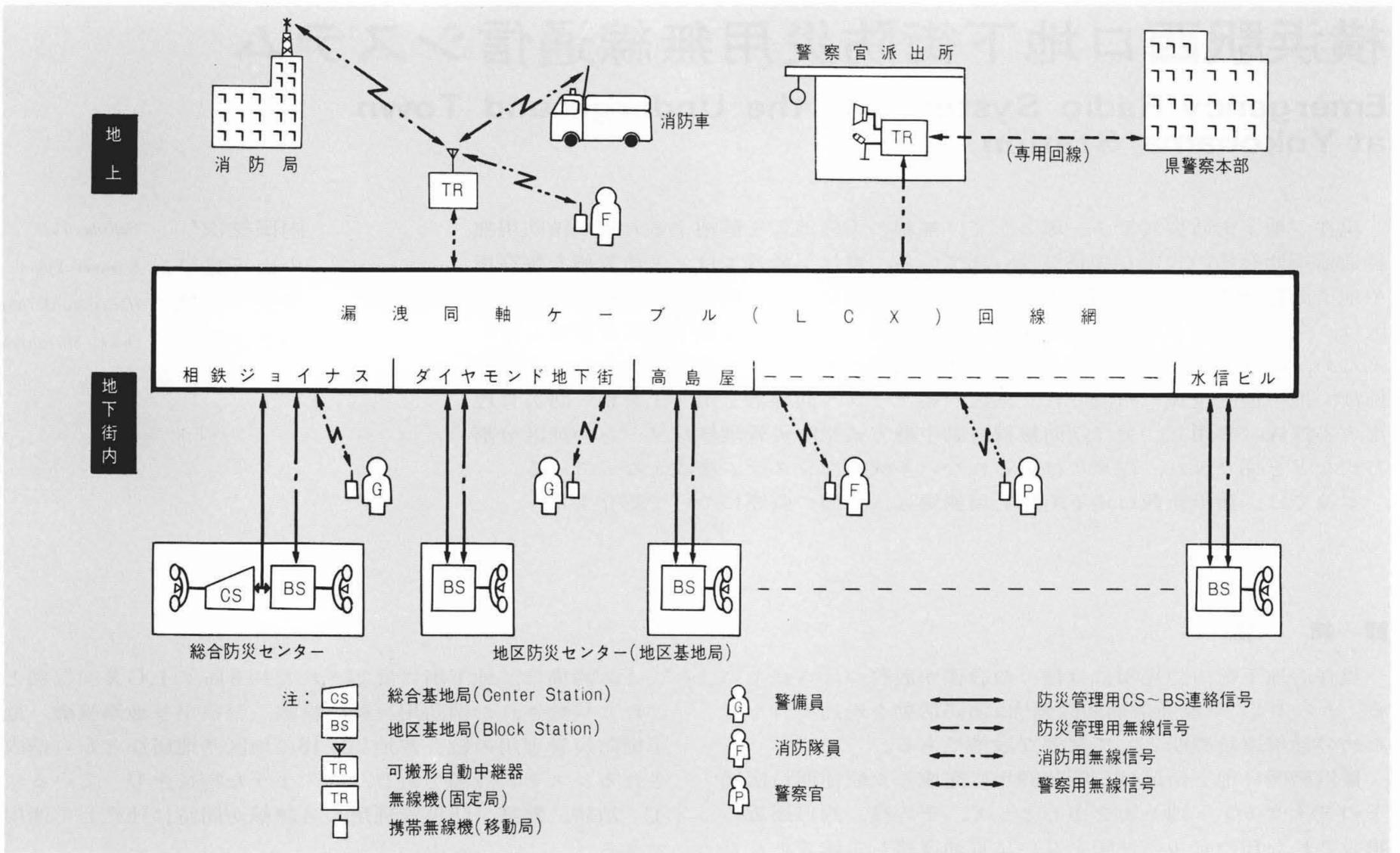


図2 横浜駅西口防災用無線通信システム概要図 地下街区全域を一括した防災管理が行なえるように、各地区はLCX回線網で結ばれている。

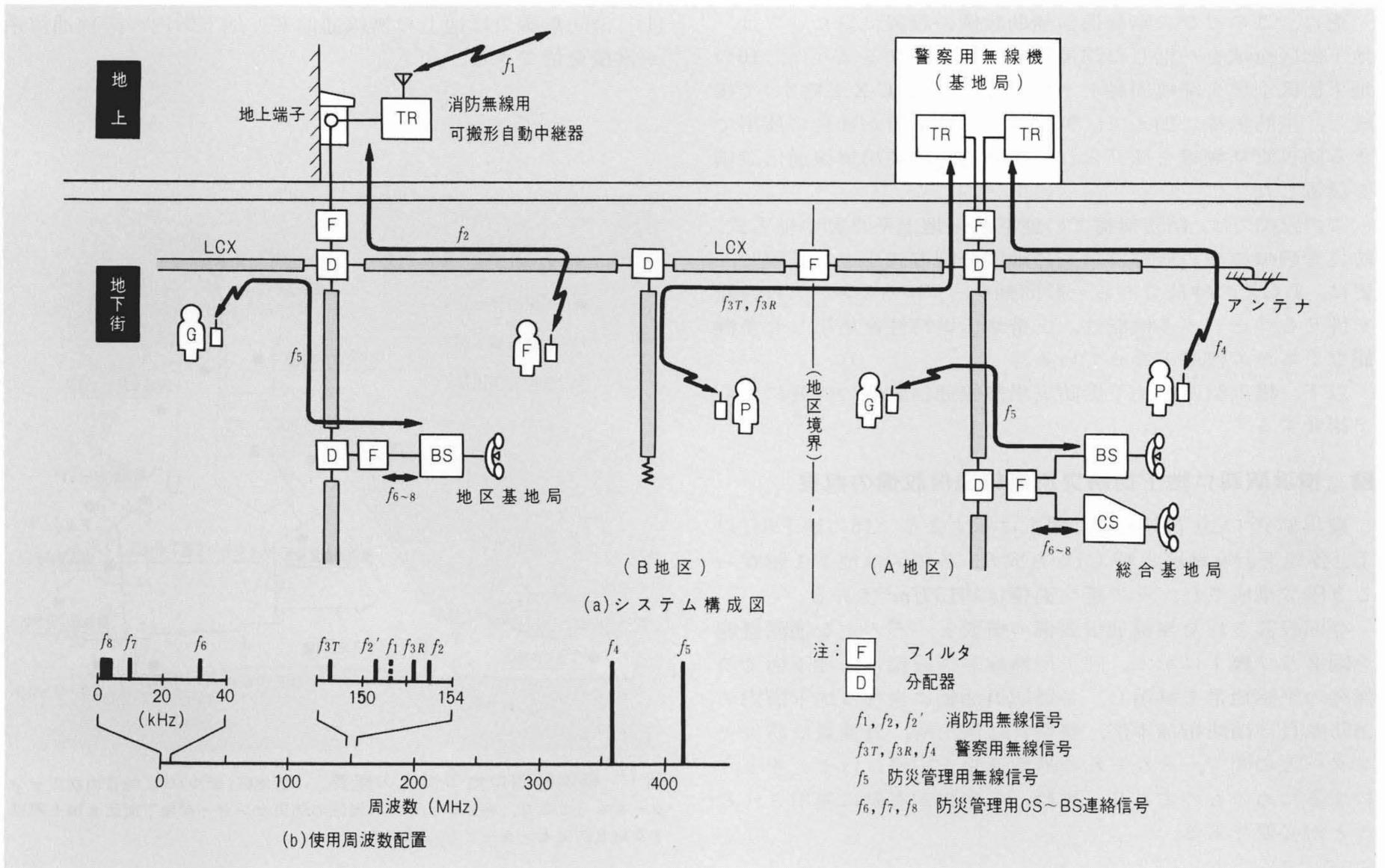


図3 横浜駅西口防災用無線通信システム構成図 LCX回線網は無線信号だけでなく、総合基地局～地区基地局間連絡信号の伝送にも用いられている。

表1 横浜駅西口防災用無線通信システムの通話機能 LCX回線網を介して、消防、警察、防災管理用の各無線が同時に独立して運用できる。

種 別	通 信 機 能
1. 消防無線通信	地下街内消防隊員～消防局指令室、消防車、地上隊員との交信
2. 警察無線通信	地下街内警察官～派出所、県警察本部との交信
3. 防災管理無線通信	(1)各防災センターとその地区の警備員との交信 (2)総合防災センター(相鉄ジョイナス防災センター)～各防災センター間、及び地区警備員との交信

以上のように、この設備は従来の無線通信補助設備に比べて、大規模かつ多機能であり、非常時はもちろん、日常の警備や保安などにも有効に活用でき、各地区ごとのきめ細かな防災活動や地下街区全域を一括した防災管理が行なえる。

### 3 システム構成

図3 にこの設備のモデル化したシステム構成と使用周波数



図4 LCX布設例(露出布設) 地下街のLCX回線網は美観を考慮して、一般に天井裏に布設されるが、場所によっては露出布設や薄形アンテナなどが用いられる。

を示す。このシステムは、既に各地の地下街で実用されている無線通信補助設備<sup>2),3)</sup>と同様に、LCX、アンテナ、分配器、アプローチケーブル、接続コード、各種無線信号を他の無線に妨害を与えずに挿入、取り出すためのフィルタなどで構成され、その大部分は地下街天井部に設置されている。また、これら構成機器は火災時でもすぐに機能を失わないように耐熱、難燃構造のものが使用されている。図4に地下街に布設されたLCXの一例を示す。

また、このシステムではLCX回線網を低周波信号の有線伝送路としても使用しており、構成機器はVHF帯やUHF帯の無線信号だけでなく、これら低周波信号にも悪影響を与えないように考慮されている。以下、各無線システムの構成、機能などについて述べる。

#### 3.1 地下街における電波伝搬特性と無線ゾーンの構成

##### 3.1.1 地下街における電波伝搬特性

システム設計に当たり最も問題となるのは、地下街での電波伝搬特性である。地下街では地上に比べ著しく伝搬損失が大きく、現在一般に使用されている150MHz、400MHzの両周波数帯については、数多くの実測結果や理論解析<sup>2)</sup>によりその傾向が把握されている。図5に伝搬特性の実測例を示す。このように地下街での伝搬損失は約1dB/mと大きく、また壁面の透過減衰量は普通鉄筋コンクリートの場合20～30dB程度である。LCX回線網の設計は、これら伝搬特性に基づいて行なわれる。

##### 3.1.2 無線ゾーンの構成

このシステムでは、図6に示すように地下街内無線信号として消防用2波( $f_2, f_2'$ )、警察用3波( $f_{3T}, f_{3R}, f_4$ )及び防災管理用1波( $f_5$ )を使用している。これらの無線周波数の決定に当たっては、次のような点を考慮した。

- (1) 消防、警察用無線周波数としては、現用の無線機がそのまま地下街内でも使用できるようにすること。
- (2) 防災管理用無線周波数としては電波使用許可が得られ、かつ実際の運用や保守が容易であること。

また、各無線の無線ゾーンとしては、消防や警察無線では地下街区全域を移動する携帯無線機との通信を対象としているため、地下街区全域を一つの無線ゾーンで構成することが必要であり、一方、防災管理無線では、各地区内独自の無線通信も対象としているため、各地区ごとに独立した無線ゾーンを構成することが必要である。

このような場合、LCX回線網を用いた地下街無線通信システムでは、各地区の境界部に特定の周波数だけを阻止するフィ

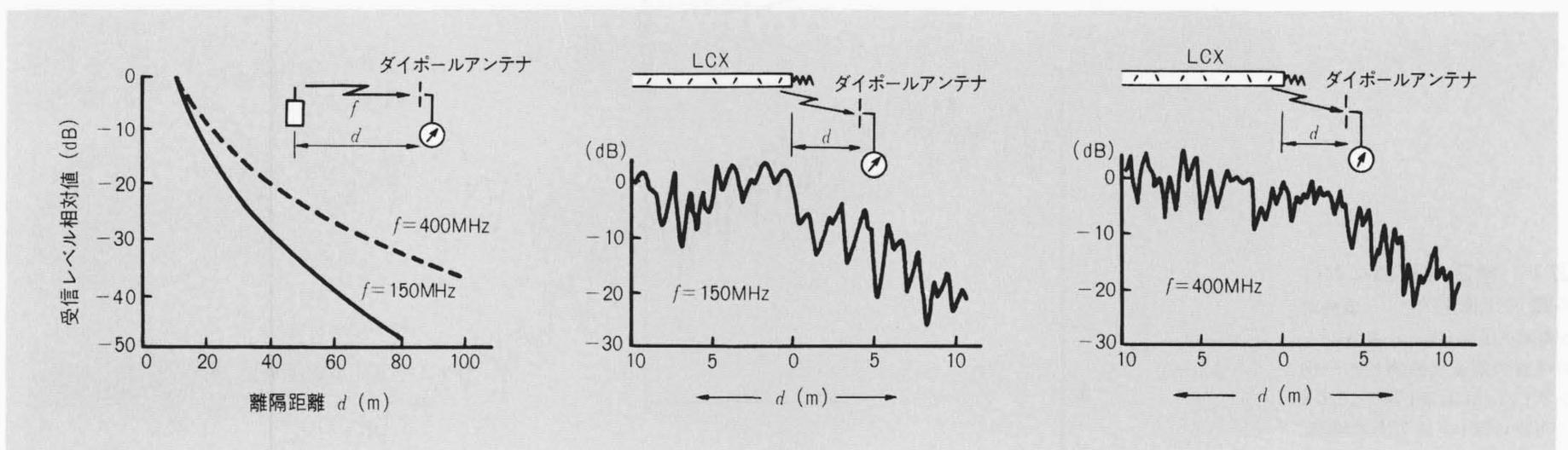


図5 地下街における電波伝搬特性例 地下街では、無線機やLCXから離れると急激に電波は減衰するが、LCXの布設された場所では比較的一様な受信レベルが得られる。

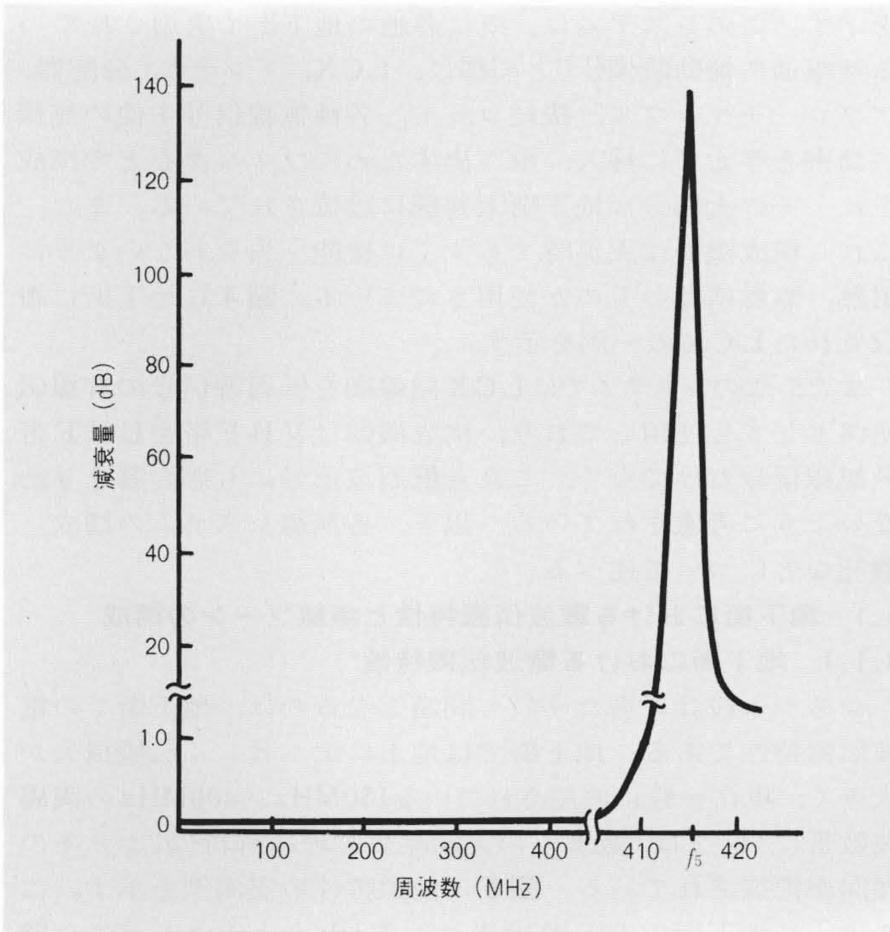


図6 防災管理用無線信号阻止フィルタの減衰量一周波数特性  
このフィルタにより、防災管理用無線信号は十分に減衰され、他地区に妨害を与えない。一方、その他の周波数ではほとんど損失なく伝送される。



図8 消防無線用可搬形自動中継器 地上系と地下系無線信号の自動中継機能のほかに、この中継器が指揮本部となって地下及び地上と交信することもできる。

ルタをLCX回線網に挿入し、他地区相互間で伝送されないようにすることにより、無線ゾーンを地区分割することが可能である。挿入するフィルタの減衰特性や挿入位置は、LCX回線網に接続される無線機の特長や地下街での電波伝搬特性を考慮し、地区相互間での干渉妨害が少なくなるように設定される。図6、7にこのシステムに使用された防災管理用無線信号阻止フィルタの減衰特性及び地区境界部での電波伝搬特性の一例を示す。

このように防災管理用無線信号 $f_0$ は、地区境界部で阻止され他地区に伝送されないのので、同一周波数を用いても各地区

ごとに独立な無線ゾーンが構成できる。一方、消防や警察用無線信号は、地区境界部で阻止されずに地下街区全域のLCX回線網に伝送されるため、地下街区全域を一つの無線ゾーンとして構成できる。

### 3.2 消防無線システム

消防用無線機接続端子が地上2箇所とダイヤモンド地下街防災センター内に設置されており、いずれか一つの端子に可搬形自動中継器を接続することによって、地上と地下街の無線通信系が直接交信できる。この場合、地上系無線信号 $f_1$ と地下系無線信号 $f_2$ は中継器や携帯無線機の機能に妨害を与え

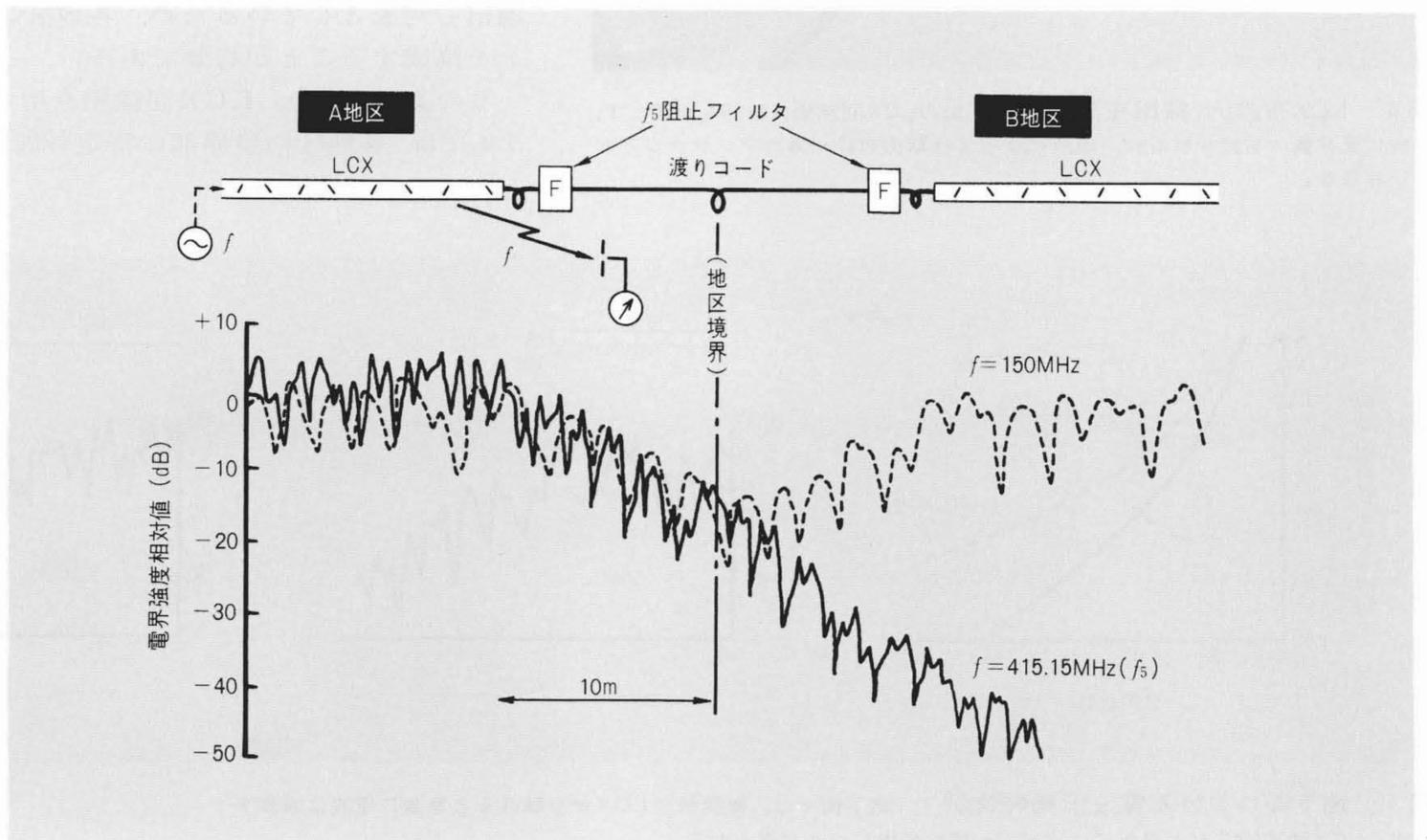


図7 地区境界部における電波伝搬特性 境界部が直線状通路(幅3m, 高さ3m)の場合の電波伝搬特性の一例を示す。 $f_0$ 阻止フィルタやLCXの布設位置は、地下街の構造、電波伝搬特性、無線信号のレベルなどを考慮して決められる。

ないように別々の無線周波数を用いている。

無線周波数は、既に消防用として割り当てられている周波数を使用し、地上系に横浜消防第3方面波 $f_1$ 、地下系に神奈川県内共通波 $f_2$ を用いている。また、予備として横浜消防第4方面波 $f_2$ が、従来一般的に行なわれてきた携帯無線機を地上端子に接続する方式で使用できる。

このため、消防用無線機は、現在地上通信系に使用しているものがそのまま使用できる。また自動中継器は可搬形で、かつ地下系信号 $f_2$ の出力が1W、地上系信号 $f_1$ の出力が10Wのものが必要である。ここでは、日立無線電話装置EMM-0107A、EMM-1024Aと電源装置(バッテリー内蔵、外部交流及び直流電源で使用可能)、中継制御回路などをトランクケースに収納一体構造としたもの(図8)を使用している。この装置は、重量約15kg、寸法幅490mm×高さ295mm×奥行230mmである。

### 3.3 警察無線システム

派出所に警察用無線機(VHF帯用、UHF帯用)接続端子が設置されており、これに無線機(基地局)を接続することによって、派出所と地下街内警官との交信ができる。無線機としては、既に電波割当てを受けて使用しているVHF帯用無線機(送・受信周波数がそれぞれ $f_{3T}$ 、 $f_{3R}$ の2波プレストーク方式)とUHF帯用無線機(周波数 $f_4$ の1波プレストーク方式)が使用できる。また県警察本部と派出所内のVHF帯無線機を専用電話回線で接続し、遠隔制御することも可能である。

### 3.4 防災管理無線システム

#### 3.4.1 システム構成

防災管理無線は地下街が独自に運用するものであり、日常は各地区(防災センター～警備員間)が独自に交信でき、非常時などでは総合防災センター～地区防災センター～警備員が

直接交信できるようなシステムとすることが望ましい。このため、各地区防災センターに無線送受信機能をもつ地区基地局を設置し、各地区とも今回新たに電波割当てを受けた一つの無線周波数 $f_5$ を用いて、無線ゾーンを地区分割する方式を採用した。

更に、各地区基地局と地下街区全域を統括する総合基地局間の連絡は数十キロヘルツ以下の低周波信号 $f_6$ 、 $f_7$ 、 $f_8$ を用いて、LCX回線による有線伝送を行ない、呼出し(回線接続)や通話、無線機の遠隔制御などができるようになっている。このため、総合基地局と全地区の地区基地局及び携帯無線機(警備員)がLCX回線網を介して有機的に接続できる。

#### 3.4.2 基地局装置の構成と機能

図9、10、11にCS-05A形総合基地局装置、BS-05A形地区基地局装置(EUM-0123AT形無線機内蔵、ECF-083形司令卓)の外観及び構成を、表2にその主な仕様及び特性を示す。なお、これら装置の主な機能は次に述べるとおりである。

##### (1) 呼出しと通話回線切断表示

総合基地局又は地区基地局の呼出し(通話回線接続)は呼出しコード信号を用いて行ない、どちらからでも任意に呼出しできる。一方、通話回線の切断は総合基地局からだけ自由にできるようにし、通話の統制がとれるようになっている。また通話回線接続状況は、各基地局のグラフィックパネルや司令卓上にランプ表示する。

##### (2) 地区基地局無線機の遠隔制御

地区基地局無線機の送信起動は、地区基地局司令卓及び総合基地局のハンドセット(プレストークボタン)の操作で行なうことができる。特に総合基地局からは無線機起動信号 $f_8$ を送信して遠隔制御する。

##### (3) 地区基地局の自動中継機能

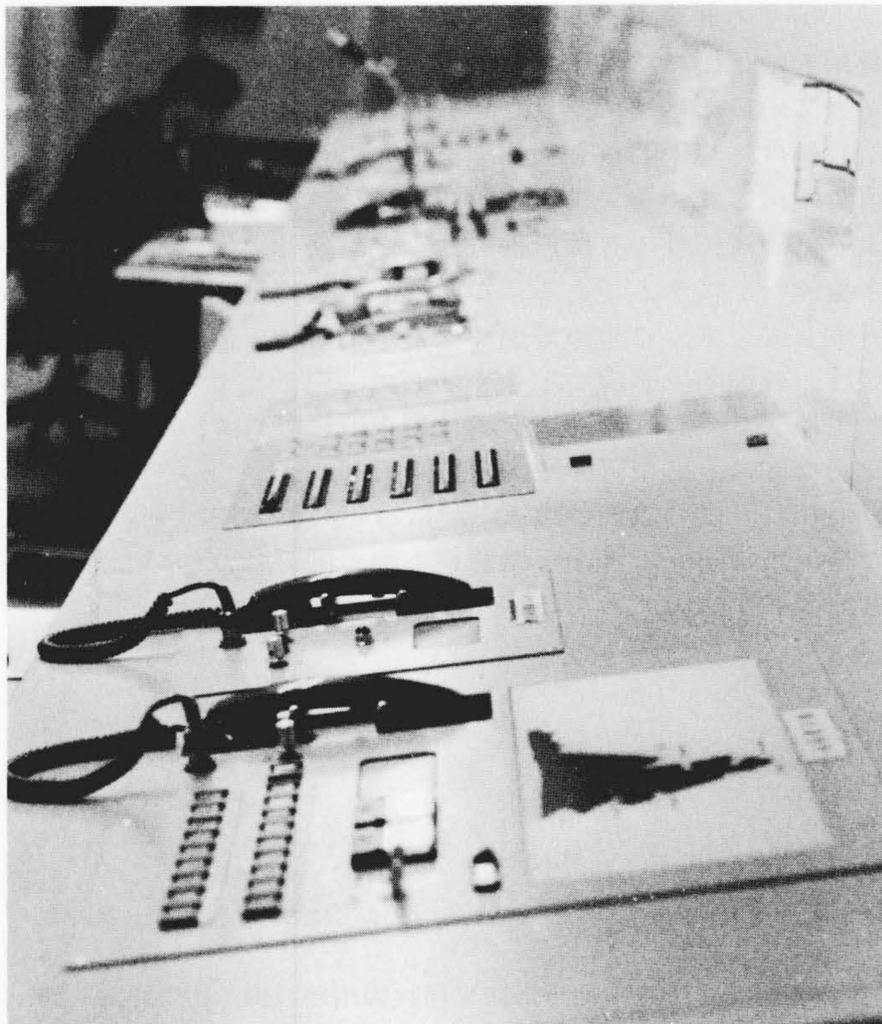


図9 総合基地局装置 装置本体と操作パネル盤は一体構造となっている。この装置では、18地区との交信が可能である。



図10 地区基地局装置 実際の操作は司令卓②で行なうため、本体装置①から離れた場所に設置することができる。

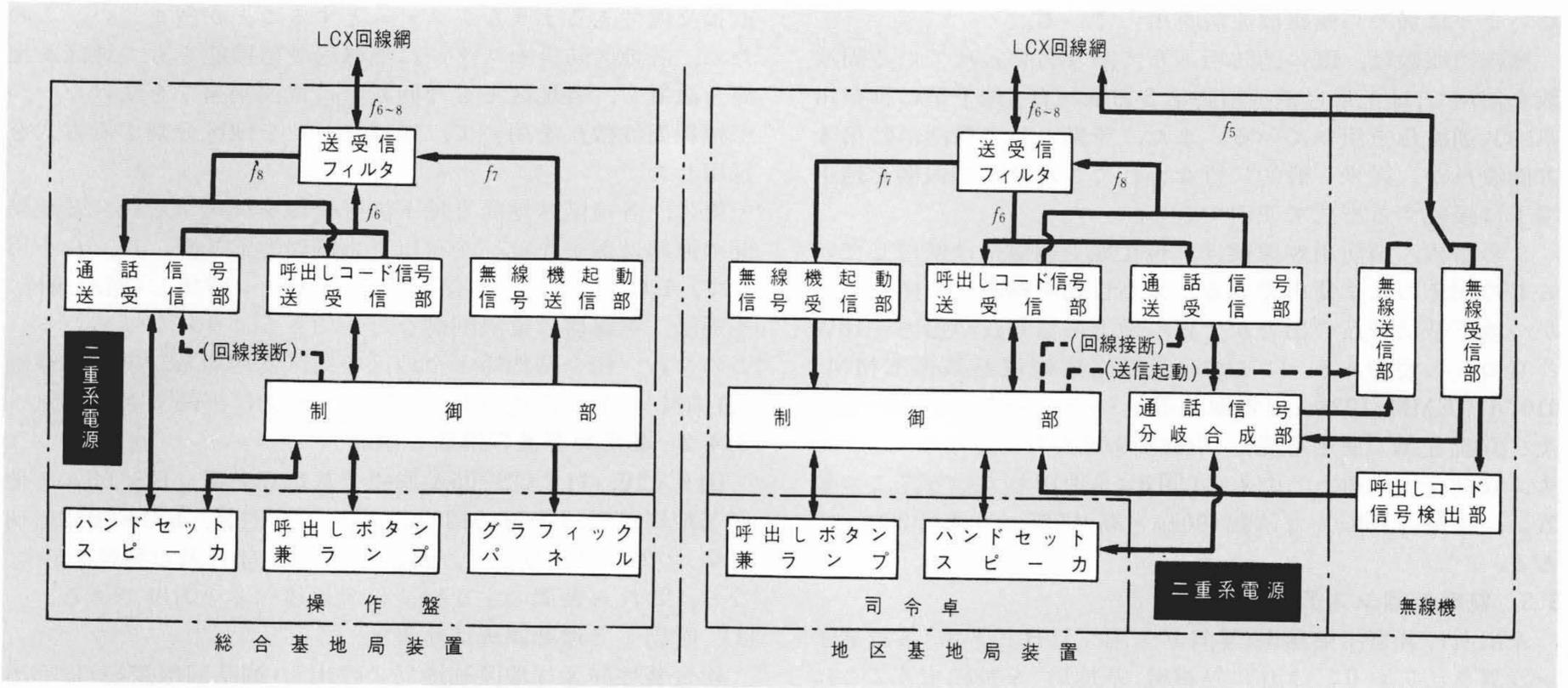


図11 防災管理用基地局装置の構成 これら基地局装置は、停電(又は地下街非常電源の故障)時でも30分間以上使用できるようにバッテリーを内蔵している。

表2 防災管理無線用基地局装置の仕様及び特性 このシステムでは、一つの総合基地局に対して18の地区基地局が接続できる。

(a) CS-05A形総合基地局

項目	性能
1. 送信周波数 (1)通話及び呼出しコード信号 (2)無線機起動信号	32kHz, AM変調 9.6kHz
2. 受信周波数 通話及び呼出しコード信号	300~3,400Hz
3. 送信レベル	最大 20dB/m
4. 受信レベル	最小 -6 dB/m
5. 地区呼出しコード	2波並列トーン

(b) BS-05A形地区基地局

項目	性能
1. 送信周波数 通話及び呼出しコード信号	300~3,400Hz
2. 受信周波数 (1)通話及び呼出しコード信号 (2)無線機起動信号	32kHz, AM変調 9.6kHz
3. 送信レベル	最大 20dB/m
4. 受信レベル	最小 -6 dB/m
5. 総合呼出しコード	2波並列トーン
1. 通信周波数	415.15MHz (335.4~470MHz内の1波)
2. 通信方式	プレストーク方式
3. 出力	1W又は0.1W
4. 変調方式	位相変調
5. 受信方式	ダブルスーパーヘテロダイン方式

(c) 総合基地局~地区基地局間総合伝送特性

項目	性能
CS~BS間許容伝送損失 (1)32kHz (2)9.6kHz (3)400~3,400Hz	14dB以内 8dB以内 3dB以内
通話信号帯域内偏差 (300~3,400Hz)	±2dB以内
S/N(信号対雑音)比 (f: 1kHz)	35dB以上

総合基地局~携帯無線機(警備員)間の交信は、通話回線が接続状態にある地区基地局を介して信号変換( $f_6 \rightarrow f_5$ ,  $f_5 \rightarrow f_8$ )することによって行なわれる。また携帯無線機から直接、通話回線を接続し、総合基地局を呼び出すこともできる。携帯無線機からの回線接続制御は、呼出し用トーン信号で変調された無線信号 $f_5$ を地区基地局無線機で受信検出することによって自動的に行なわれる。

#### 4 結 言

漏洩同軸ケーブルなどによって構成される無線通信設備が、地下街での無線不感地帯解消に効果的であることが認められ、各地の地下街で防災用無線通信設備が設置されるようになってきている。本稿で紹介した横浜駅西口地下街防災用無線通信設備は、規模的にも我が国最大のものであり、消防無線の自動中継方式や防災管理無線の地区分割方式、LCX回線による低周波信号の有線伝送方式など、新しい方式を採用した多機能なシステムである。なお、この設備は昭和52年7月に完成して以来、日常の警備や保安をはじめ、混雑時の誘導・整理、各種防災訓練など多くの面で活用されている。

更に、このようなシステムは地下街に限らず、ビルや工場構内などにも応用可能である。

最後に、この設備の導入、建設に際し、御指導をいただいた横浜市消防局、神奈川県警察本部の関係各位に対し深謝の意を表わす次第である。

#### 参考文献

- 1) 大熊：消防法に基づく無線通信補助設備，電設工業，23，1 p. 27~42(昭52-1)
- 2) 大西，岩田ほか：地下街防災用無線補助設備，日立評論，58，981~984(昭51-12)
- 3) 大西：漏洩同軸ケーブルとその施工(1)，電気工事の友，29，12，p. 734~739(昭51-12)