

無線操作装置の操作性・安全性向上技術の変遷と今後
～1200MHz 帯テレコン装置～

—「クレーン」第54巻 8号（2016年8月号）転載—



金陵電機株式会社

特集

無線操作装置の操作性・安全性向上技術の変遷と今後 ～1200MHz 帯テレコン装置～

四元清文*

1 はじめに

無線遠隔操縦装置は「テレコン」とよばれ、産業用の中でも特に工場のクレーンの操作に用いられることが多い。クレーン操作の無線化は、運転手が玉掛け作業を兼務しながら、最も安全な場所からクレーンを操作でき、また作業環境に衛生上の問題があるような作業場では環境のよい場所からクレーンが操作できる等、作業の効率化・安全化・省力化に大いに貢献するという利点をもっている。しかし使用できる無線周波数は有限であるため、多くのテレコンを使用する現場においては、周波数不足に苦労している現状がある。

本稿では、近年の電波法改正により増波されてきている1200MHz 帯の無線について説明する。

2 1200MHz 帯周波数の増波

クレーン等を遠隔操縦するテレコンでは、安全上、電波が途切れた場合に停止することが必須であるため、テレコン・テレメータ用として認可された周波数の中でも、連続波が送信可能なものの使用が限定されている。弊社が従来テレコンで使用していた周波数を表1に示す。2000年までは、①微弱無線、②429MHz の周波数のみが利用可能であったが、429MHz は40波しかないために周波数が全く不足しており、電波が弱くノイズ等に弱い①微弱無線を併用せざるを得なかった。

2000年には③に示す1200MHz 帯の58波も使用可能となったが、多くの微弱無線を置き換えるには、まだまだ周波数が不足していた。

表1 従来テレコンで使用していた周波数

No.	①	②	③	
無線種別	微弱無線	429MHz 帯 特定小電力	1216MHz 帯 特定小電力	1252MHz 帯 特定小電力
年代	1989年～	1989年～	2000年～	
送信電力	微弱	10mW 以下	10mW 以下	
無線周波数	290.000～ 299.975MHz 25kHz 間隔 40波 (弊社独自割付)	429.0250～ 429.7375MHz 12.5kHz 間隔 40波	1216.0375～ 1216.4875MHz 25kHz 間隔 19波	1252.0375～ 1252.4875MHz 25kHz 間隔 19波
			1216.0500～ 1216.5000MHz 50kHz 間隔 10波	1252.0500～ 1252.5000MHz 50kHz 間隔 10波
周波数数(合計)	400波	40波	58波	

* Kiyofumi Yotsumoto 金陵電機(株) テレコン事業部 技術課 シニアエンジニア

表2 今後使用可能となる周波数

No.	④ (1mW 連続送信化)		⑤ (ナロー化)			
無線種別	1216MHz 帯 特定小電力	1252MHz 帯 特定小電力	1216MHz 帯 特定小電力	1252MHz 帯 特定小電力	1216MHz 帯 特定小電力	1252MHz 帯 特定小電力
年代	2014年 8月～		法改正作業中 (2016年 6月時点)			
送信電力	1mW 以下 (*1)		10mW 以下		1mW 以下 (*1)	
無線周波数	1216.5375～ 1216.9875MHz 25kHz 間隔 19波	1252.5375～ 1252.9875MHz 25kHz 間隔 19波	1216.03125～ 1216.49375MHz 12.5kHz 間隔 38波	1252.03125～ 1252.49375MHz 12.5kHz 間隔 38波	1216.53125～ 1216.99375MHz 12.5kHz 間隔 38波	1252.53125～ 1252.99375MHz 12.5kHz 間隔 38波
	1216.5500～ 1216.7000MHz 50kHz 間隔 10波	1252.5500～ 1253.0000MHz 50kHz 間隔 10波				
周波数数(合計)	58波		76波		76波	

(*1) 等価等方輻射電力が絶対利得2.14dB の空中線に1mW の空中線電力を加えた時の値以下

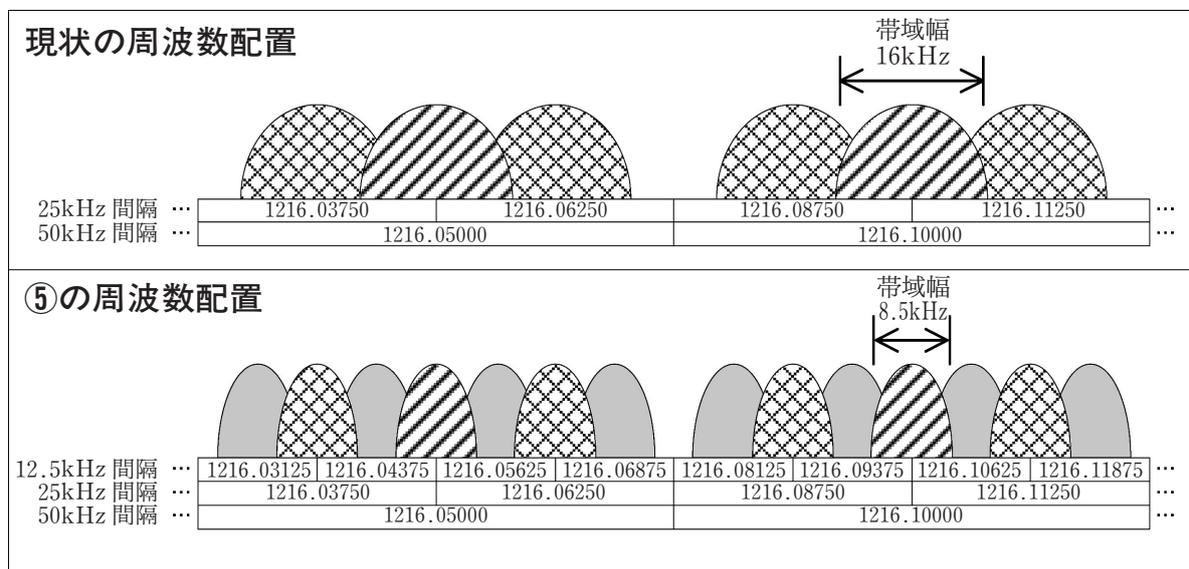


図1 周波数配置

近年1200MHz帯の関連法の改正が行われ、テレコンとして使用可能となる周波数も増えてきた。その動きを表2に示す。④に示す2014年8月の法改正では、58波の周波数が使用可能となった。送信電力が従来の10分の1という制限はあるが、送信時間に制限のあった周波数帯が、連続波で使用可能となった。送信出力を1mW以下とすれば、1200MHz帯で合計116波の周波数が使用可能となっている。弊社では、ハイパーテレコン、ハンディR IIテレコン、ハンディSテレコンでの対応が完了している。

現在、⑤に示す関連法の改正作業が進行中である。従来の半分の間隔での周波数を割り当てるこ

とで、更に152波が使用可能となる予定である。従来の周波数配置と⑤が実現した場合の周波数配置のイメージを図1に示す。従来の周波数帯よりも使用帯域幅が半分に制限されている。よって、⑤で追加される周波数を使用する場合は、そのままでは従来の周波数との干渉が大きいため、従来の周波数のものも⑤と同じ帯域幅を半分にした無線機に置き換える必要があると考えている。しかし、全ての無線機を⑤のタイプとすることで、使用可能周波数が268波になることは、多くの微弱電波の置き換えも可能ということで、多大なメリットがあると考えている。

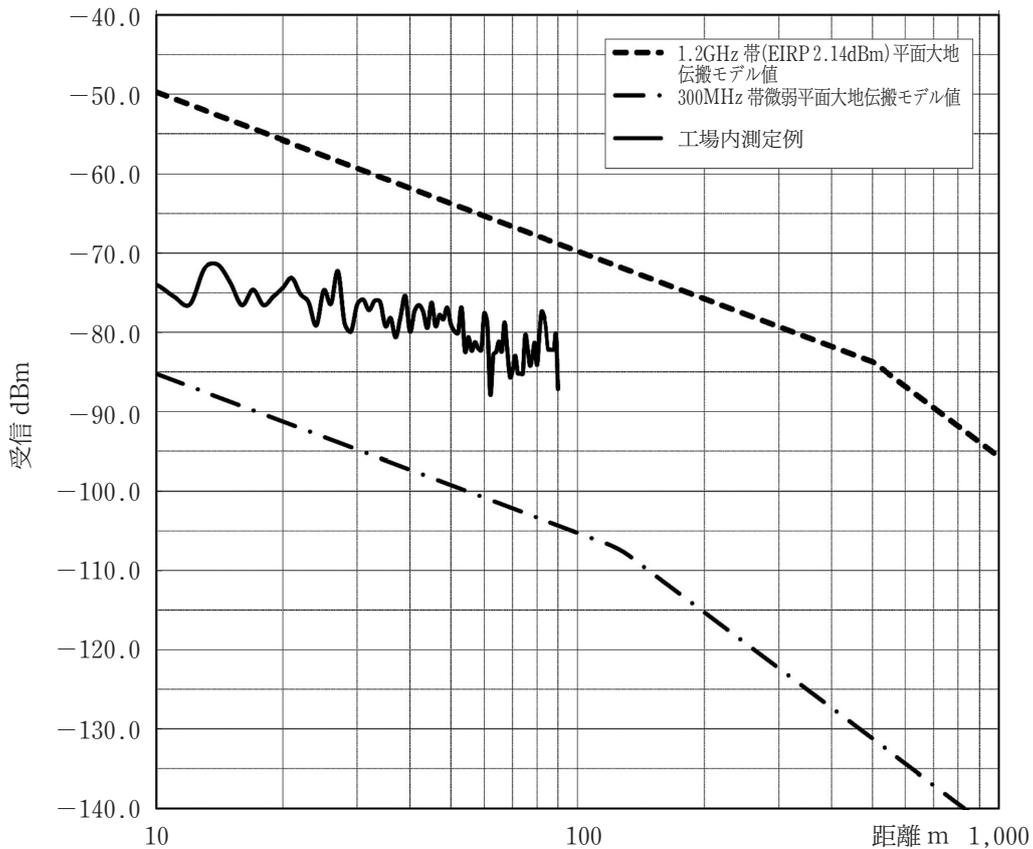
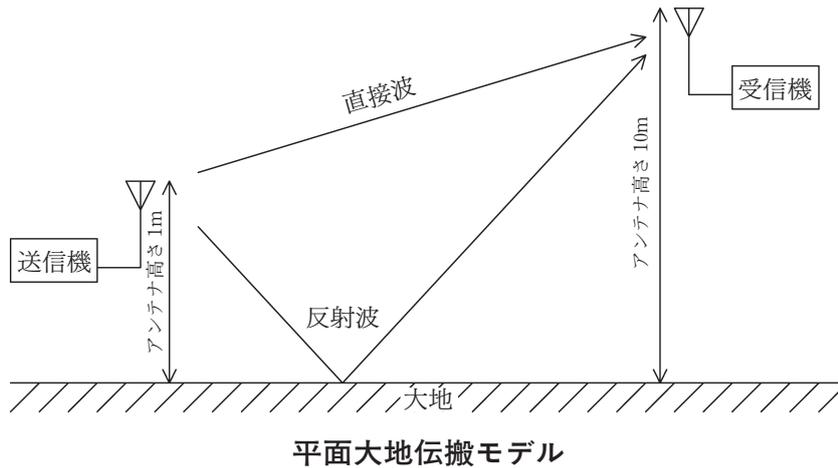


図2 電波伝搬特性

3 1200MHz 帯 1mW のメリット

1200MHz 帯を1mW で使用すると、より多くの周波数が使用可能になるというメリットの他に次の3つのメリットがあると考えている。

(1) 微弱帯に比べ100倍以上電波が強い。

図2に、微弱無線と1200MHz 帯1mW の平面大地伝搬モデル（計算値）と、工場建屋内で実測した電波伝搬特性を示す。計算値は送信機高さ1m、受信機高さ10mとした場合の特性をプロッ

トしている。実測値は、「受信アンテナケーブルのロス」、「人が持って操作することによる送信アンテナ利得の低下」、「指向性が最大方向ではない」、「工場建屋内という伝搬特性の違い」等の差異を含んでいるが、モデルとした微弱無線に比べ100倍以上の電波の強さがあり、微弱無線に比べ、安定して使用ができると考えている。

(2) ノイズが少ない

工場内には、点火プラグ、スイッチ、モーター等のノイズが存在するが、これらのノイズの強さ

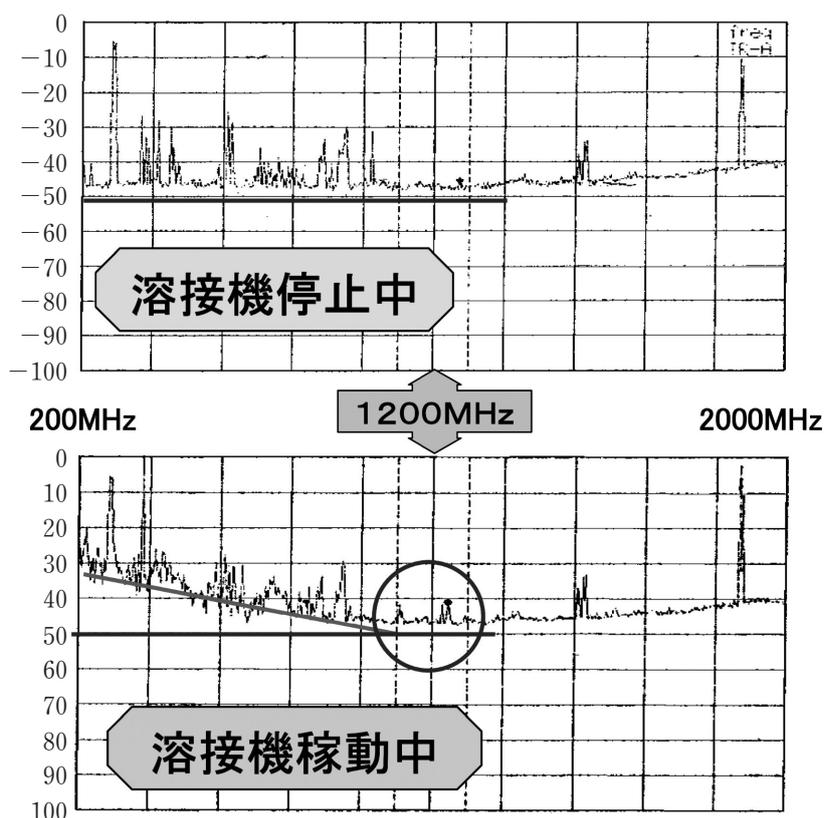


図3 設備ノイズの例

表3 無線設備の生産台数（総務省の周波数利用状況調査より）

	2009年	2010年	2011年	2012年	2013年
400MHz 帯	1,124,015台	1,453,214台	1,158,785台	1,348,811台	1,352,923台
1200MHz 帯	3,180台	2,022台	1,753台	2,298台	(未調査)

は低い周波数から高い周波数に向けて低くなる傾向にある。図3に、ある現場で測定された設備ノイズの例を示す。溶接機稼働中は、低い周波数でのノイズレベルの上昇はあるが、1200MHz帯付近ではほとんどノイズの上昇は見られない。1200MHz帯の場合は、設備ノイズの影響を受けにくいと考えられる。

(3) 混信が少ない

表3に総務省が3年ごとに実施している周波数利用状況調査を示す。テレコンテレメータ用無線機器のうち400MHz帯のものは、毎年100万台以上が生産されているが、1200MHz帯のものは、毎年3000台程度の生産にとどまっている。1200MHz帯は400MHz帯に比べ普及が進んでいないため、混信の障害を受ける割合も少ないと考えられる。

4 注意事項

3項で1200MHz帯1mWのメリットを述べてきたが、運用上注意すべき点を以下に述べる。

(1) ケーブルロスが大きい

一般的に使用される5D-2Vの同軸ケーブルの場合、300MHz帯のケーブルロスが150dB/kmであるのに対し、1200MHz帯では380dB/kmとなる。ケーブルの引き回しが長くなる場合は、10D-2V等太めのケーブルを使用するか、RFアンプを使用することを推奨する。

(2) 電波の直進性が強い

一般的に周波数が高くなると、電波の直進性が強くなり、操作者側から受信アンテナが見通せない場合の電波の落ち込みが大きくなる。受信アンテナの見通しが良くなるよう、2本のアンテナを

使用したダイバーシチ受信を使用することを推奨する。

(3) FPU (Field Pickup Unit) との周波数の共用

1252MHz 帯は、マラソン中継等で TV 局が無線中継伝送に用いる FPU と周波数を共用している。TV 中継のある大会のコース等から屋外2 km/屋内1km 以内でテレコンを使用する場合は、FPU の干渉を受ける可能性がある。この場合は、1216MHz 帯を使用することを推奨する。

5 おわりに

弊社では現在、1200MHz 帯の主要テレコンにおいて1mW・116波の使用が可能となる商品ラインナップを揃えたところである。周波数不足で苦労されているお客様に、積極的に提案していき

たいと考えている。今後法改正が予定されているナロー化対応のテレコン装置についても早々に市場提供できる様、開発を進めていく予定である。

無線機器を運用するに当たっては、工場毎の周波数管理や最適な周波数配置、他局との混信やノイズによるトラブル対応等も必要となるが、弊社は長年のノウハウを持っているので、気軽に相談をしていただきたい。

また、法律や規格を策定していく行政レベルの課題についても、お客様の声が反映されるように、総務省や電波産業会等へ積極的に発言していきたいと考えている。

無線のことは金陵電機に相談すれば良いとお客様から呼ばれるよう、今後とも努力していく所存である。