

パルス挿入式報時信号について

長竹 孟* 村主 行康*
小林 孝雄* 今野 清恒*

梗 概

標準電波に重畳する報時信号として現在 J J Y 局で行っている切断式報時信号（毎秒0.02秒間搬送波を切断する）の切断の途中に尖鋭なパルスを入れた報時信号の利点と応用及び実際に国内で受信した結果について述べてある。

1 緒 言

標準電波はその標準周波数としての利用は勿論であるが、更にこれに報時信号がのせられているため正確な時刻及び時間を必要とする方面に広く利用せられ、現在では周波数も報時も夫々の利用者から常時不断に発射を要望されているため標準変調周波数と報時信号を同時に重畳して発射を行っている。標準電波に重畳する報時信号の型式としては国際無線通信諮問委員会（C C I R）に於いて1948年以来種々論議せられ、最近の第7回会議に於いては次の如き方法の比較検討が各国の調査計画として決定された。

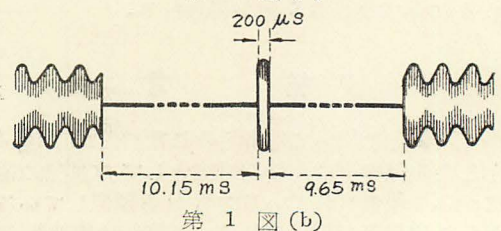
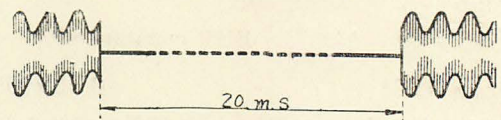
- 1) 毎秒報時パルスの間だけ変調を抑える方法
- 2) 毎秒報時パルスの間だけ電波を切る方法
- 3) 毎秒搬送波パルスの前と後で電波を切断して報時信号とする方法

これらの調査計画の他に勧告として、米国標準電波に重畳されている様な 1000c/s の 5 サイクル（又は 800c/s の 4 サイクル、1200c/s の 6 サイクル等）を毎秒重畳するやり方の報時信号が従前通り出されている。この勧告の方法と上記の(2)方法（現在 J J Y 局標準電波に使用）との優劣は既に実験によつて検討され（電波研究所第六回研究発表会記事）(2)の方法が多くの点で優れている事がわかった。(1)の方法は未だ米国では実験されていないが予想としては(2)の方法の方が有利であると思われる。然し(2)の方法による切断時間の途中で

尖鋭なパルスを入れ(3)の方法とすれば、更に報時信号の精度改善や電波伝播研究への利用も広くなつて報時信号の利用度が高まるものと思われる。従つて此の方式の報時信号を J J Y 局標準電波にのせて昭和29年4月及び7月の2回に亘り試験発射を行つたが、上に述べた利用上の諸点を確かめる意味で各地で此の報時信号を受信し、その効果の調査を行つたので報告する。

2 発射報時信号及び発射装置

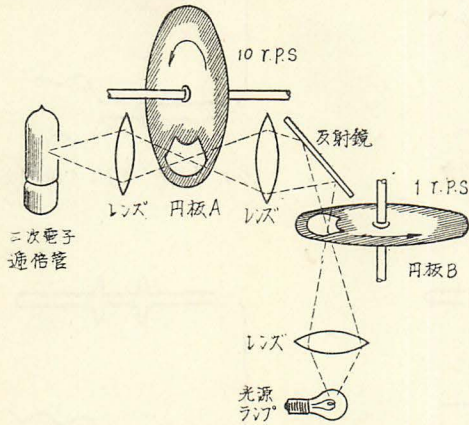
現在 J J Y 局から発射されている標準電波の報時信号は第1図(a)に示すように毎秒0.02秒（但し毎分目は 0.2秒）電波を切断する方法によつて試験発射中（29年7月）第1図(b)に示すように巾 200 マイクロ秒のパルスで切断時間の略々中央に挿入して発射した。29年4月の第1回試験発射の時は巾を 500 マイクロ秒としたが巾が広過ぎたため充分な結果が得られなかつた。



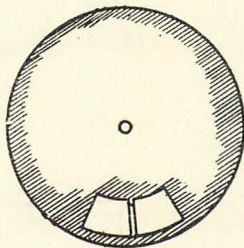
* 第二部標準課

つたのでその結果は割愛する。J J Y局の報時信号発射装置は現在1000サイクルフォニツクモーターによつて居り秒信号はフォニツクモーターの廻

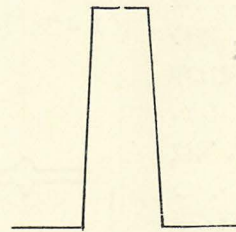
転軸に取付けられた円板の縁にあげられたまど(第2図(a))より通過する光を光電管でうけて20ミリ秒の矩形波を出し送信機を制御して電波をこの時間だけ切断している。今回の試験発射では円板Aのまどに第2図(b)のように細い線を中央に取付け、切断の途中でパルスが出る様にした。以上のように発射装置の機構上パルス波形は略々第3図のようになり更に送信機内の過渡現象のため発射波形は実際は第4図のようなものであつた。第4図の如く周波数により波形の異なつてゐるのは夫々別々の送信機を用いてゐるからであつてパルスの実際の中は200~300マイクロ秒であつた。



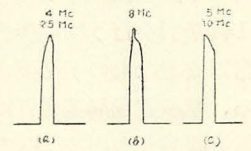
第2図(a)



第2図(b)



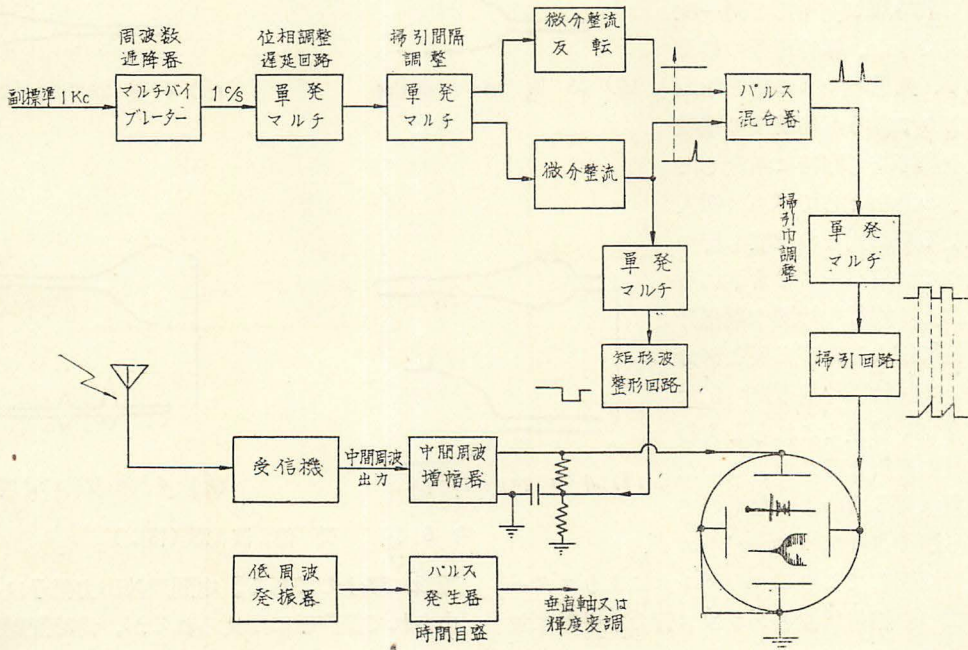
第3図



第4図

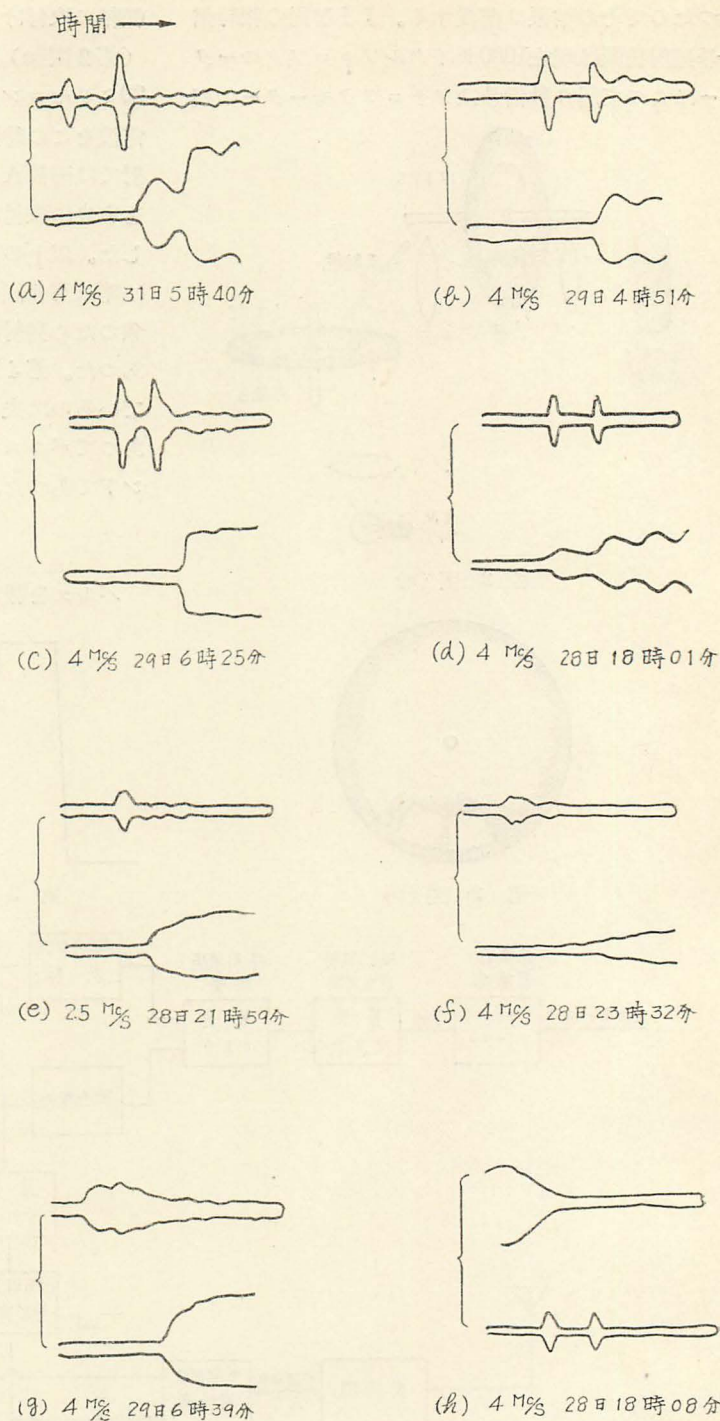
3 測定装置

パルスを報時信号に用いる利点はそれによつて



第5図 測定装置系統図

精密に時刻を表わし得ることと、パルス電波を受信して電波伝播通路の状態、遅れ時間等を測定できることである。然しこのように精密な目的には受信波形そのものの解折、指示時刻の正確な決定が必要であるから受信波形を撮影して調査を行つた。今回は受信地点は日本国内に於ける中距離の点として仙台、富山を、また遠距離点として札幌を選び昭和29年7月27日から31日までの間、2.5, 5, 10, 4, 8 Mcの各周波数の標準電波を受信して調査を行つた。調査は低周波に於ける歪を避けるため受信機の中間周波出力をブラウン管オシログラフに加えて同期掃引装置により受信波形を撮影した。毎秒1回掃引を行う同期掃引装置は非常に安定なものが必要であるから、電波監理局監視部にある周波数副標準器の出力1kcを用い、これを1c/sまで通降して同期パルスを作つたが副標準器の周波数が安定なので数時間以上殆んど同一位相で観測できた。報時信号の観測にあたり、受信パルスの精密観測はもとよりであるが切断後の電波の立上り波形をも同時に観測して報時信号の方法としてパルス挿入式と単なる切断式との比較も行つた。従つて受信パルスの含まれる時間と立上り附近の時間の両部分のみを特に拡大し、不必要な部分を取除いて毎秒同時観測するため、ブラウン管上でこれらを含む上下二段の掃引を行つた。このための装置は第5図のようなもので1kcから通降された1c/sパルスでこれと同期してこの二つのパルスによりスタートする二つの鋸歯状波をブラウン管の水平軸に加え、一方後の方のパルスから垂直軸バイアス用矩形波を作つて垂直軸に加え二番目の水平軸掃引を



第6図 受信波形(富山)

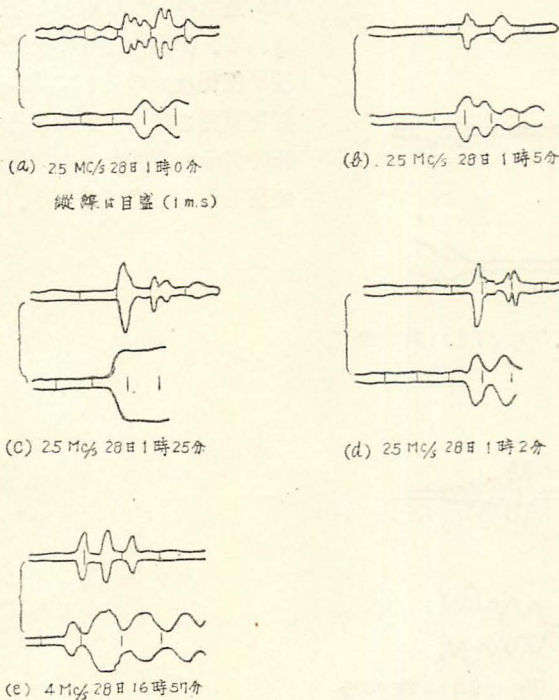
下段に移すのである。中間周波出力信号は一段増巾されて垂直軸に加えられるが、尚時間軸目盛として低周波発振器より適当な周波数(500c/s, 1kc等)のパルスを作り垂直軸に重畳し、または

これにより輝度変調を行つた。

4 観測結果

観測された受信波形は毎秒変化しており、実際に電波伝播の研究を行うには長期或いは連続多数回の測定が必要と思われるが、今回は利用可能の程度を調べる目的でひとまず短時日の調査を行つた。以下測定結果の例を示す。

単一伝播通路の時は受信パルスは一つであるが、特に多重信号が明らかな場合、当日の電離層観測結果と照合してこれを解釈すると、例えば第6図(a)については最初のパルスは E_s 層の1回反射波、2番目は E_s 層の2回反射波、3番目の大きいものは E_s 層に深い角度で入射しあまり減衰をうけずに、或いは E_s 層の薄い所を通り抜けて F_2 層で反射した反射波であり、4番目は中間層の反射、5番目は F_2 層の2回反射であると考えられる。また同図(b)または(c)では散乱を示し



第7図 受信波形(仙台)

ているものと思われる。第6図は富山、第7図は仙台の受信波形で多重信号がよく分離されているが第8図は札幌での受信波形で主パルスと伝播通路を異にするパルスが近づいて中には重なり合つ

て図に見る様にふくらんだパルス群として認められたものかなりあつた。此の場合でも200マイクロ秒程度のパルスならば何とか分離観測が可能であろう。また切断式報時信号として立上りを使う場合これで見ると第6図(e)(f)(g)のように非常に不明瞭な場合が時々ある。尙参考のため電波の切れ目の方をとつて見ると(h)のように切れ目は立上りより更にゆるやかな事が多い。

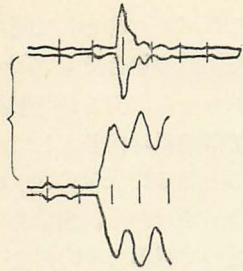
5 パルス挿入の効果

1 報時の精度

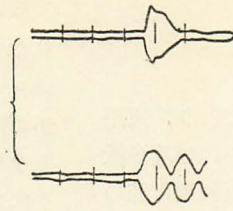
切断式報時信号では電波の立上り点を正しい時刻としているが以上の結果のように受信した波形では此の点が明瞭でない場合が時々ある。特に混信のある場合は一層最初の立上り点の検出が困難になる。然るにパルス挿入式ではパルスの位置により正確な時刻の認識度は非常に高まり容易である。従つてパルスによつて時間および時刻を測定すれば、切断式より更に精度の高いものが得られるものと思われる。ただ主パルスの伝播通路が変化した場合は伝播時間が変わり、又同じ強さで二つのパルスが来るときもあるのでそのとり方により誤差を生ずることに注意しなければならない。更にこのパルスの尖頭値が連続搬送波の波高値より遙かに高くできれば混信に対し有利であると考えられる。然し特に尖頭値を高くしなくともパルスの方が切断式に比べて相当雑音および混信に対して有利であると思われる。

2 電波伝播研究への応用

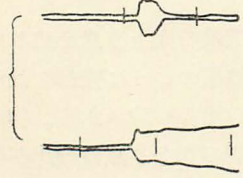
これらの結果より標準電波に重畳された報時信号パルスは小金井を起点とした斜入射伝播の試験に利用し得ることがわかり、しかも周波数は不連続であるが幾つかの電波により常時連続受信できる便がある。又立上り点をも含め観測することにより多重電波によるフェーディング状況の解明もできると思われ、また入射角の測定、散乱波の伝播機構の研究等各方面の研究に応用できるものと思われる。尙将来パルスが搬送波の一定位相に同期できたとすれば更に有益なものとならう。



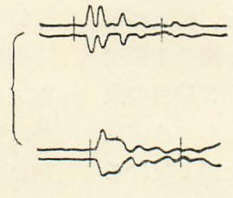
(d) 25 M $\%$ 27日 22時47分
縦線は目盛(1 m.s)



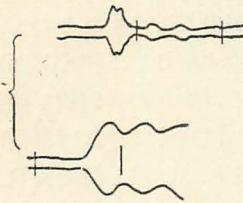
(b) 25 M $\%$ 28日 2時06分
目盛(1 m.s)



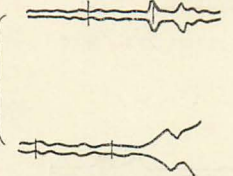
(c) 25 M $\%$ 28日 23時19.4
縦線は目盛(2 m.s)
以下同様



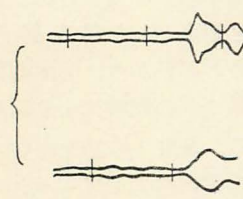
(d) 4 M $\%$ 28日 23時40分



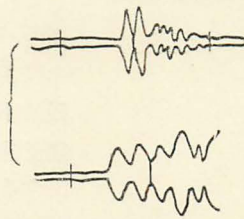
(e) 4 M $\%$ 28日 23時40分



(f) 25 M $\%$ 29日 1時12分



(g) 25 M $\%$ 29日 1時12分



(h) 25 M $\%$ 29日 1時40分

第 8 図 受信波形(札幌)

6 結 言

以上の実験によりパルス挿入式報時信号は今まで考えられる報時信号の形式中で最も精度高いもの

のと思われること、および電波伝播研究方面にも広く利用できることをほぼ確かめた。ただ今回の試験は国内に限られたので充分遠距離に於ける受信結果が得られていない。幸い明後年より始まる極年観測のため URSI の主催により世界的に報時信号受信の予備実験が進められている。我国でもこれに協力し上記のようなパルス挿入式報時信号の発射を再び昭和29年12月12日~18日の間行い広く海外の受信状況を問合中であるが、この予備実験は当分3ヶ月毎に実施される予定なので今後此の方式に対する受信結果が逐次得られるものと期待される。尙国内としては此方法は便利なものとして其の発射を要望されているので将来報時信号の形式をこの方法に変更したいと考えている。