

電磁誘導現象を利用した遠隔起爆法について(その3)

関西大学工学部 正会員 谷口敬一郎
 関西大学工学部 正会員 井上啓司
 関西大学大学院 学生員 酒井秀義

1. 緒論

水中発破作業において、とくに潮流の激しい場所、水深の深い場所における結線作業や脚線・母線の断線等の問題に対処する目的で遠隔起爆法が種々検討されている。これらのうち実用の域に達しているのは超音波方式と電磁誘導方式であり、両者とも実際規模の水中発破工事で試用され成功を修めた。起爆範囲が大きくなると作業能率、経済性などから段発発破が有利であるが、遠隔起爆法では実用された例がない。そこで、室内実験で成果を得ている電磁誘導現象を利用した時間差起爆法について、実際規模の現場における実火実験を行ない検討した。その結果、時間差起爆が行なえることが明らかになった。

2. 電磁誘導式時間差起爆法の原理

図-1は、電磁誘導式時間差起爆法の概略を示すものである。

①交流電流発振機により特定の周波数の電流を②励磁ループに流す。これと同調周波数を持つ③起爆素子内の④受信コイルの両端に起電力が誘起され⑤点火用コンデンサに蓄えられる。励磁電流を停止すると④電子スイッチにより電子的に回路が閉じ、⑤の電荷は⑦雷管に導かれ点火する。時間差起爆法は、励磁ループに電流を通電したとき、これに同調する起爆素子のみ作動して、他の同調周波数を持つ起爆素子は作動しない選択的起爆法に基づいている。

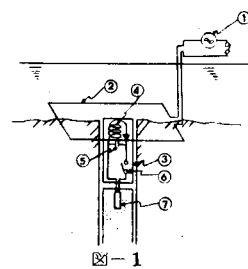


図-1

3. 起爆素子の性能

時間差起爆法に用いられる起爆素子は、選択周波数が400、550、750 Hzの3種類である。1 AT/m 相当の磁場において、起爆素子内の点火用コンデンサに誘起される起電力は、それぞれ51、80、90 V/AT/mである。点火用コンデンサの充電率は、本起爆法の標準的な充電時間である60秒充電では3種類のいずれの起爆素子下も飽和値の約90%である。電磁誘導式時間差起爆法で最も重要である周波数特性は図-2に示されている。図のように周波数特性は相当鋭く、他の同調周波数により誘起される起電力は微少であり、誤動作を起すおそれはないといえる。

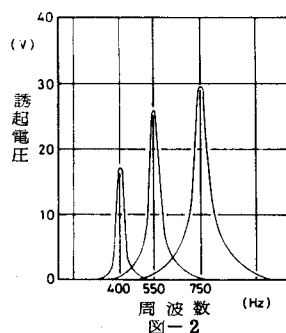


図-2

4. 実験方法および結果

実験場所は、茨城県市番ノ州の埋立地内である。地表は平坦で、砂管工よりなり、地下水位はG.L. -1~-2 mで、海水で飽和されている。本州四国連絡橋のような大規模橋脚基礎工事を想定して行い、1本のものである。起爆範囲は図-3の破線で示される48 x 7 mであり、

KEIICHIRO-TANIGUCHI, KEIGI-INOUE, HIDEKI-SAWA

とEPの作業範囲を考えると励磁ループは80×120mの矩形が適当であると考えられる。

起爆範囲内の4本のボーリング孔B、O、E、dにおいて、時間差起爆の実験を行った。実験は表-1に示しているように8回実施したが、第1回を例にとり、その実験方法を説明する。

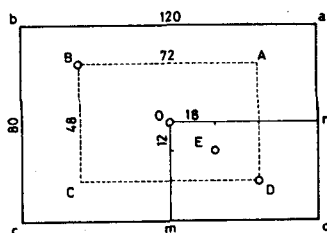


図-3

まず、B・O孔に550Hz用起爆素子も、D孔に400Hz用、

E孔に750Hz用も、それぞれ起爆素子の出力端子に雷管を接続して、地表下-75mの位置に設置した。第1回の実験では励磁ループに550Hz、28.7Aを通电し、60秒発振後電流を切断した。切断と同時に各起爆素子もボーリング孔から引き上げて、雷管の発火状況を確認した。その結果は表-1に示しているように、550Hzの通电に対しては、550Hz用起爆素子のみが選択的に作動した。

第2回の実験は同様な方法で750Hzを通电し、第3回は400Hzを通电した。結果は、それぞれの周波数に応じた起爆素子のみが発火した。第4回～第6

回の実験は、起爆素子の配置を変更して、B孔に750Hz用、O孔に400Hz用、E・D孔に550Hz用起爆素子を設置して、第1回～第3回までと同様の実験をくり返した。この場合も、完全な選択的な発火が確かめられた。

第7回は、地表における実験で、O孔に400Hz用、E孔に550Hz用起爆素子を設置した。地表における磁界は地中におけるそれより約2倍と大きく、このような強磁界の中でも、選択的な発火が可能かどうか検討したものである。結果は、550Hz用のみが発火した。

5. 結論

3種類の起爆素子を用い、励磁電流の周波数を変えることにより、選択的に発火する時間差起爆が可能であることが明らかとなった。しかし、段発という概念からやや外れ、各段毎の時間差は70～80秒程度を要している。この時間は発振周波数を変化させて行うことに必要な時間であるので、今後、発振機構の改良によって、時間差を短縮することが可能であると考えられる。

＜参考文献＞ 谷口敬一郎、井上啓司、酒井秀喜、田中耕雄：工業火薬協会誌，Vol.40，No.6（1979）、谷口敬一郎：工業火薬協会誌，Vol.37，No.3（1976）、谷口敬一郎：工業火薬協会誌，Vol.38，No.1，（1977）

表-1

	第1回		第2回		第3回		第4回	
測定点	B	O	B	O	B	O	B	O
○：発火								
×：不発								
f：プラスターの周波数(Hz)	550	550	550	550	550	550	750	750
h：プラスターの位置(m)	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0
ANT周波数(Hz)	550	550	550	550	550	550	400	400
ANT電流(A)	28.7	28.7	28.7	28.7	28.7	28.7	28.7	28.7
電磁電圧(V)	43.5	43.5	43.5	43.5	43.5	43.5	43.5	43.5
電磁電流(A)	128	128	128	128	128	128	128	128
励磁電圧(V)	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
励磁電流(A)	200	200	200	200	200	200	200	200
励磁電圧(V)	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
励磁電流(A)	200	200	200	200	200	200	200	200
測定点	B	O	B	O	B	O	B	O
○：発火								
×：不発								
f：プラスターの周波数(Hz)	750	750	750	750	750	750	750	750
h：プラスターの位置(m)	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0
ANT周波数(Hz)	551	551	551	551	551	551	400	400
ANT電流(A)	29.5	29.5	29.5	29.5	29.5	29.5	29.5	29.5
電磁電圧(V)	43.5	43.5	43.5	43.5	43.5	43.5	43.5	43.5
電磁電流(A)	128	128	128	128	128	128	128	128
励磁電圧(V)	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
励磁電流(A)	200	200	200	200	200	200	200	200