

電磁誘導起爆法を用いた水中発破工事について

関西大学工学部 正員 谷口敬一郎

関西大学工学部 正員 井上 啓司

関西大学大学院 学生 酒井 香喜

1. まえがき

電磁誘導現象を利用した遠隔起爆法に関する原理および磁界の強さの理論的研究⁽¹⁾⁽²⁾についてはすでに発表した。また、試験工事を実施した報告もすでに行った。

今回、本四連絡橋備讃瀬戸大橋の橋脚(6P)基礎岩盤の掘削工事で、本工法が初めて本格的に実施されることとなった。そこで、本工法の施工計画および実施経過についてここに報告するものである。なお、工事は昭和55年10月より始められ現在も施工中である。

2. 立地条件

備讃瀬戸大橋6P建設予定地は、図-1に示したように坂出市番ノ州沖合約600m地奥にあり、水深はT.P.-30~35m、潮流速は最大4ノットに達する。

海底地質は、堆積層が約10mで砂・レキ層および粘土層よりなり、その下部に風化花崗閃緑岩が存在し、T.P.-50m付近では、新鮮な岩質となっている。したがって、海底掘削はT.P.-49.5mとなっている。

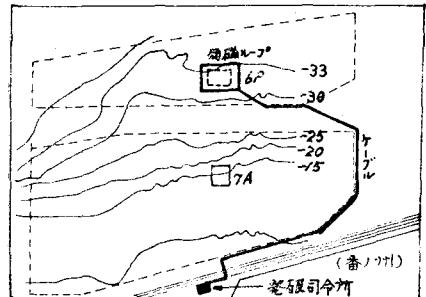


図-1 6P位置およびループ敷設略図

3. 施工計画

交番磁界を発生させるための励磁ループおよび送電ケーブルは、図-1に示したように設置することとした。励磁ループは、38mm²3芯のPVCケーブルであり、それぞれ直列に接続して3回巻のループとした。送電ケーブルは、鉄線外装100mm²2芯のPVCケーブルである。励磁ループと送電ケーブルとの間には鉄線外装のない送電ケーブルで両者を水中コネクターを用いて接続している。また、発振機を設置した発破指令所は番ノ州埋立地内にある。

発破区域は、図-2に示したように48m×69mであり、発破孔の間隔は長辺方向が2.25mで短辺方向が2.0~2.5mで合計768孔である。

励磁ループの大きさは、発破孔を穿孔するためのSEPの設置を考慮すると、80m×120mとなる。一方、電気雷管(EDX-2)を点火するためには安全性を考慮すると、31Vの誘起電圧が必要である。

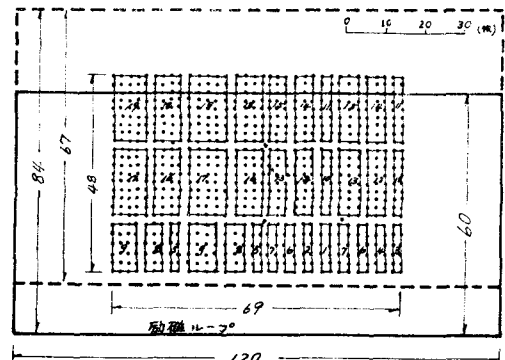


図-2 発破孔および励磁ループ

誘起電圧は、励磁ループの巻数に比例するが

Keiichiro Taniguchi, Keiji Inoue, Hideki Sakai

反面巻数が増えたとループのインピーダンスが増加して励磁電流が流れにくくなる。計算および実験の結果を基に、励磁ループの巻数は直列に3回巻いたものを2つ並列に接続し3回ダブルとした。励磁ループの大きさが80m×120mで、起爆素子が設置されるT.P.-45mの面における垂直磁界の分布を計算すると図-3のようになる。この図は、ループ面中心の磁界を基準値としてその比で示した。したがって、発破範囲は基準値の0.9～1.2倍程度の誘起電圧が得られることを示している。この大きさの励磁ループで、60秒間の発振で電気雷管を点火するのに必要な31Vを起爆素子(LB-4W)に誘起させる発振電流は、

$H_{m0} = 0.006575 \cdot I$ となる。一方、起爆素子の性能を考慮すると必要な磁界強度は0.5 AT/mである。したがって起爆に必要な発振電流は、 $I = 76(A)$ となる。

発振機の能力については、このような条件のもとで得られる励磁電流は電源電池を8個(96V)用いると、 $I = 57.2(A)$ である。この場合の誘起電圧は23.3(V)となる。

発振機の性能上、電池8個以上を使用することは安全性と安定性の面で困難である。

一度のループ敷設で発破を行うに必要な電流(76A)を得ることのできないので図-2に示した実線ループ(60m×120m)と破線ループ(67m×120m)との2つに分割して起爆することとした。

その結果、実線で示したループについては発振電流を59.3Aで中心の誘起電圧が31V得られることとなり、磁界分布も図-4に示したようになる。また、ループ敷設後に磁界測定を行った結果、発振電流57.7AでT.P.-45mの位置で34.7Vと計算値をやや上まわる誘起電圧が得られた。なお、発破パターンは

表-1に示したように19回に分かれており現在までに14回の発破を行ない成功している。

4. まとめ

励磁ループを2つの大きさに分けることにより充分な誘起電圧が得られた。

参考文献

- 1) 谷口敬一郎「電磁誘導起爆法に関する理論的研究(I)」工業火薬 Vol. 37 No. 3 1976 PP. 144~151
- 2) 谷口敬一郎「電磁誘導起爆法に関する理論的研究(II)」工業火薬 Vol. 38 No. 1 1977 PP. 3~9
- 3) 谷口敬一郎, 社啓司, 山本三, 潮藤「電磁誘導起爆法に関する理論的研究(III)」工業火薬 Vol. 39 No. 5 1978 PP. 261~265
- 4) 谷口敬一郎, 社啓司, 潮藤, 田中隆「電磁誘導起爆法を用いた水中発破について」工業火薬 Vol. 40 No. 6 1979 PP. 408~416

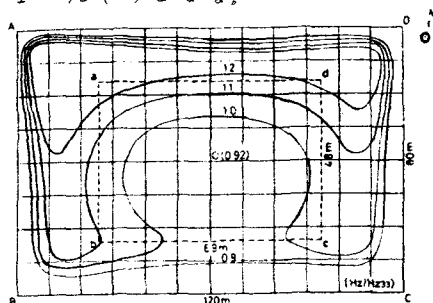


図-3 T.P.-45m面内の垂直等磁界曲線

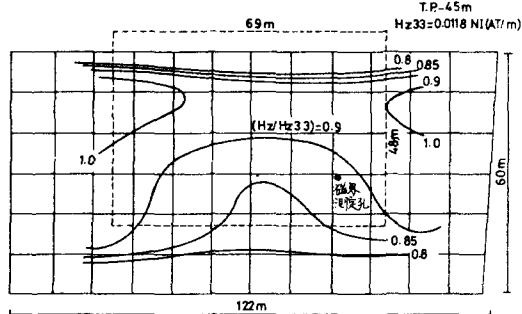


図-4 60m×122mループでの等磁界曲線

表-1 発破パターン一覧表

	パターン	穿孔本数(本)	1孔当り薬量(Kg)	合計薬量(Kg)
海底発破A	①②③④	12	30	360
海底発破B	⑤⑥	24	30	720
海底発破C	⑦	24	20	480
海底発破D	⑧⑨⑩⑪	36	20	720
海底発破E	⑫⑬⑭⑮	54	20	1080
海底発破F	⑯⑰⑱⑲	72	20	1440