

破碎効果の探査法について

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

1. まえがき 水中において、掘削を目的として発破を行なう場合、発破による岩盤の破碎の程度を十分にはあくすることはかなり困難な問題である。とくに、海底に積層を残置して、その下部岩盤を爆破する *Over burden* 法では破碎の程度を十分に予知しておかなければ、以後の掘削工におよぼす影響が大きい。

本報告は、弾性波探査と電気探査の手法を利用して、岩盤の破碎効果の探査について実験検討した結果を報告するものである。

2. 実験方法 コンクリート水槽内に約20cmのモルタルを打設しこのモルタルの破碎効果を測定した。発破孔は4本4列計16本を1回の発破孔群とし電気雷管が挿入できるような深さ6cmとした。また各孔間隔を6cm 8cm 10cmとした。実験方法は、図-1に示したように各発破孔に電気雷管(6号)を挿入した後20cmの *Over burden* に砂填土を用い設置し、さらに約3%の塩水を水深20cmまでみだし、模型とした。

測定方法は、電気探査法によるものと弾性波探査法によるものの2種類について行なった。電気探査法は、図-2に示したように、4極法と2極法とにより測定を行ない両者の比較を行なった。このときの電極間隔 a は外側発破孔より10cm離れた点、したがって、発破孔間隔6cmのときの a は38cm、8cmの a は44cm、10cmの a は50cmである。4極法における電極配置は、Wennerの方法で各 a の間隔で設置した。2極法の場合は、 P_1 、 C_1 の間隔は各 a とし、 P_2 、 C_2 の電極は無限大の点として測定発破孔から最も離れた水槽の隅に設置した。

弾性波探査については、受振器を各発破孔群の外側より10cm離れた地点の左右二点に設置し、振源としては鉄棒を介したハンマーの打撃を用いた。この測定方法の略図を図-3に示した。また、受振器は Geospace 製の HS-J 28型を使用しメモリスコープによって測定した。

3. 測定結果 電気探査法による測定結果は、表-1に示すとうり4極法における発破前の比抵抗値は約10~16 $\Omega \cdot m$ を示しているが、発破後の測定値は1.2~1.5 $\Omega \cdot m$ と大巾に低下している。これは、発破により破碎されたモルタルが飛散したのと破碎によって

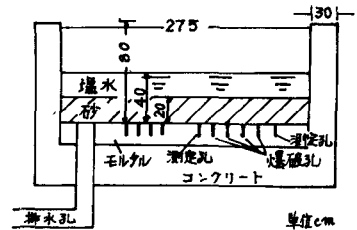
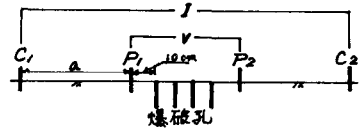


図-1 実験水槽断面図

4極法による測定方法



2極法による測定方法

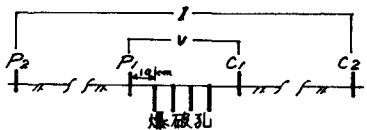


図-2 電気探査測定方法

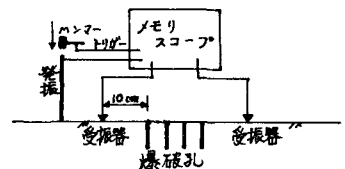


図-3 弾性波探査測定方法

生じたヒビ割れ内に塩水が侵入したことによる比抵抗の低下と考えられる。2極法による比抵抗値の発破前の値は電極間隔が大きくなるに比例して大きくなっているが、発破後においては、ばらついている。発破後に破砕の状態を上部砂質土を撤去して確認したところ $a=50\text{cm}$ では、ヒビ割れが生じた程度であり、 $a=44\text{cm}$ では、中央部に大きな破砕が生じモルタルが砂質土中に飛散していた。 $a=38\text{cm}$ は、破砕が生じて一部飛散していたが $a=44\text{cm}$ の時ほどの飛散状態ではなかった。そのため、2極法による発破後の値が $a=44\text{cm}$ で最少を示したものと考えられる。また、 $a=38\text{cm}$ の場合は発破孔より 10cm 離れて電極を設置したことにより発破正域外の破砕されていない部分の比抵抗値が大きく影響しているものと考えられる。

電気探査法においては、4極法、2極法のいずれによっても発破の前後において大きく比抵抗値が変化することを確認した。しかし、破砕の状態を考えると、2極法が効果の判定方法として適していると考えられる。

弾性波探査法による測定結果は、表-2に示すように発破前におけるモルタルの伝播速度は $3000\sim 3800\text{ m/sec}$ を示した。第1列の 10cm 間隔で発破孔を配置した伝播速度が 5000 m/sec と大きく他と異なっている。これはモルタルの厚さが 20cm に満たなかったことと受振器間隔が 50cm であることなどにより底部コンクリートの伝播速度が表われたものと考えられる。発破後の伝播速度の低下量は約 $300\sim 1800\text{ m/sec}$ と範囲が広くばらついている。これは、発破により一部受振器が移動したためと考えられる。しかし、速度低下は一樣に示していることから受振器の設置方法を考慮すれば破砕の効果が判定できると考えられる。

4. あとがき 破砕の効果を判定する方法として、電気探査法、弾性波探査法により実験を行なったが、電気探査法における2極法より顕著に表われることが明らかとなった。しかし、破砕の程度を知るには電気探査法においてはズンドベルグの間ゲキを有する岩石の比抵抗値の考え方を応用すれば、35～50%の間ゲキができることとなり破砕の状況から判断すると実測より大きい値であると考えられる。そこで今後は、破砕量と比抵抗値との関係について検討を進めなければならない。また、弾性波探査法においては、ヒビ割れ係数による判定が考えられるが発破前に生じているヒビ割れを考慮したヒビ割れと弾性波伝播速度の関係が明らかになれないため、破砕の程度を判定するにはこの種の検討を進めなければならない。

参考文献

- 金田、井上、石口、「ヒビ割れ物体の弾性波速度について」、第29回土木学会年次学術講演会要集 Ⅱ-209
志村 肇「電気探査法」昭晃堂版、

表-1 電気探査法による測定値

電極間隔 (m)	電極配置	a (m)		
		0.50m	0.44m	0.38m
4極法	1列目	10.43	13.71	16.14
	2列目	15.4	13.9	13.1
2極法	1列目	10.36	17.86	16.61
	2列目	15.3	12.9	11.9
1列目	1列目	18.5	0.93	1.50
	2列目	9.99	11.49	20.33
2列目	1列目	8.3	2.98	1.53
	2列目			

表-2 弾性波探査法による測定値

第1列		
電極間隔 (m)	弾性波伝播速度	
	発破前	発破後
10 cm	5000 m/s	3205 m/s
8	3577	2839
6	3040	2734

第2列		
電極間隔 (m)	弾性波伝播速度	
	発破前	発破後
10 cm	3876 m/s	3049 m/s
8	3694	2352
6	3220	2676