

III-150 弾性波伝播に及ぼす亀裂の影響

熊本大学 正 ○井上正康、大見美智人

1 まえがき 岩盤としての強度は岩石の強度に依存することは勿論であるが、亀裂の有無性状も重要な因子である。そこでコンクリートブロックを組合せての亀裂岩盤の模型と石垣や実際の亀裂岩盤について、弾性波の振幅と伝播時間との変化について検討した結果を述べる。

II 実験方法 測定は振幅と時間との2項目について行なった。振幅測定は受振子→増幅器(応用地質TR-3型)→電磁オシログラフ(三栄測器300A型)の組合せて行ない、特に次の2点に注意を払った。(1)等しい条件で打撃すること。115gの鋼球を糸で吊し30°で振らす。(2)受振子の設置を安定した一定状態にすること。受振子とブロックとを石膏で固着する方法を選んだ。

伝播時間の測定は泰陽交易のソノタイマーSTM-10A(0.01ms)を使用し固定受振子は石膏で移動受振子は油粘土で固着し小さきハンマーで打撃し2受振子間の伝播時間を5~10回測定し平均値で示した。

III 実験結果 A 亀裂による振幅の変化。記録された波は約200Hzで伝播エネルギーは振幅の2乗に比例するので、測定結果はエネルギーの変化として固定受振子のそれを1000として各点の値を示した。

A-1 煉瓦による模型実験、再現性が悪く失敗に終る。

A-2 コンクリートブロック4個を1列に並べる。

A-3 コンクリートブロック4個を3列に並べる。

A-4 A-3の中間ブロックを抜取った場合

A-5 ブロックを石膏で固着した密着亀裂の場合

1図はA-3の場合の1例である。これから接合亀裂も開口砂充填亀裂も定量的な減衰の割合は見出されなから、

両亀裂とも著しいエネルギーの減衰を生ずること、打撃方向と直角な亀裂で並べられたブロック上の伝播エネルギーの減衰に比べて平行な亀裂をへだてたブロック上の値はかなり小さいこと、加振源に接する第1の亀裂の影響が極めて大きいことなどが認められる。

2図はA-4の例で大きな空隙とも考えられ、また弾性波の主な伝播経路を暗示している。

3図はA-5の1例で4個を石膏で固着させた密着亀裂の場合である。加振源から10cm(l_a)の固定点とその振幅 A_a として縦軸に A_n/A_a を横軸に l_n/l_a をとり対数グラフで示すとほぼ直線的減衰関係を示し、末端の自由面近くでは反射波の影響が振幅増大の現象として現われている。

B 亀裂による伝播時間の変化 Aにならう次の模型及び野外測定を行なった。

B-1 コンクリートブロック4個を1列に並べた場合

B-2 コンクリートブロック4個を3列に並べた場合

B-3 2)の途中のブロックを抜き取った場合

B-4 大形ブロック3個をセメントでつなぎ合せた場合

B-5 岩塊よりコアを抜き取った試料

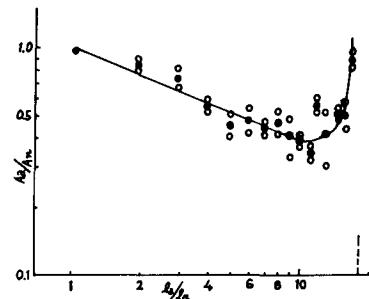
B-6 野外測定

9	1	1	2	1	1	2	1
1000	332	9	4	1	1	1	1
16	13	7	7	1	2	1	1
7	5	2	1	1	1	1	1

1図 コンクリート柱状亀裂模型 エネルギー変化

4	1	1	0	0	0
1000	44		0	0	0
27	21		3	1	0
1	1	1	1	0	0

2図 大きな空隙模型



3図 密着亀裂の場合のエネルギー減衰

4図はB-2の場合を示す。これより(1)打撃方向に平行な亀裂をへだてたブロック上の波の伝播時間は直角な亀裂をへだてた点での時間に比べて著しく遅れること、しかしこの現象は数多くの亀裂を通過すると大差がなくなること。

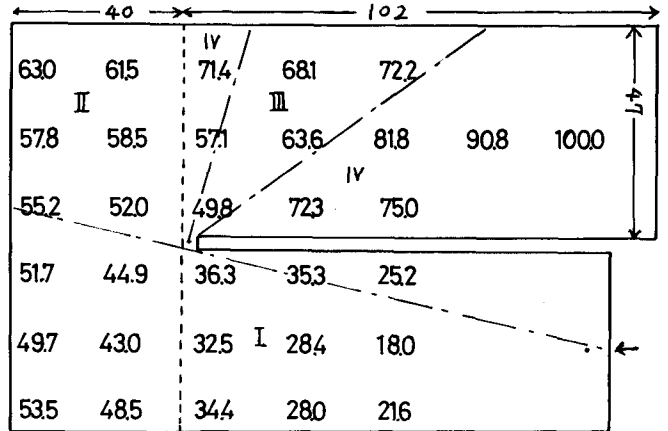
(2) 亀裂をはさむと伝播時間のばらつきが大きくなり、時には2群に分れること。(3) 打撃点に近い点よりも遠い点の方が早く

80	165	114	153	212	194	221	275
●	12	66	133	95	97	132	184
96	112	126	146	205	179	237	279

4図 ブロック(15m×4.5m)模型による伝播時間(0.01ms)の変化

波が到達するという結果を生ずることがあるなどが認められた。

5図はB-4の場合で打撃方向に進み接合部をほぼ直進したP波をとらえたⅡの範囲、開口無充填亀裂をがすめ最短距離で進み接合部との交点を中バとして改めてここから放射した屈折P波と考えられるⅢの範囲、前述の交点から反射P波として到達したと考えられるⅣの範囲、また反射S波と考えると都合のよりⅣの範囲に別けられる。



5図 大型コンクリートブロックによる伝播時間の変化

B-5 は1辺約50cm、厚さ15cm

のコアーを抜き取った後の岩塊を利用

し連結箇所を切断して行きながら伝播時間の変化を各点で調べたものであり。B-6 は1枚岩と亀裂のある岩盤、非常に複雑な亀裂系としての石垣につけて行なり、室内実験と同じ現象が認められた。

Ⅳ ひびき 実施し易い模型の数例と数少ない野外測定の結果から次のことが要約される。

1) 亀裂により伝播エネルギーは著しく減衰し、しかも打撃方向と亀裂方向の組合せによつて減衰の傾向に大差が認められる。

2) 亀裂による弾性波伝播時間の遅れにフいてもエネルギーの場合と同じ結果がえられた。

3) 亀裂の有無、性状は伝播時間の遅れよりも振幅の減衰に大きく現われるが、現場への応用としては時間の測定が容易でありすぐれている。

4) 打撃箇所、岩塊と周囲との接合部、即ち第1番目の亀裂が振幅にも時間にも最も大きくひびき、多数の亀裂をはさむと亀裂の影響が軽微になる。

5) 打撃方向と亀裂方向とによつて振幅、時間の変化が明に異なるので、亀裂系の方向を予知することができ、この場合多数の亀裂をはさむと両者の差が不明瞭になるので、短い範囲ごとに区切って測定することが肝要であろう。

この一連の実験は青木技官、関屋、大井、辻本、藤本、保里川、藤井の学生諸君の協力および昭和地下工業K. K. の助力によつて進めて来たものである。