

III-620

稲田花崗岩の原位置及び岩石サンプルの異方性

大成建設（株）技術研究所 正会員 今井 博

大成建設（株）技術研究所 正会員 川上 純

1. 緒言

岩盤内の弾性波速度分布には不均一性と異方性が存在することは良く知られている。その原因として、堆積粒子配列や内部亀裂の方向性などが挙げられる。岩盤内の亀裂による異方性は地下空洞建設において重要であり、特に花崗岩質岩石に関する異方性の研究はこれまでに何度か論じられてきた。

著者らは、亀裂方向が明白で一方向に卓越している場所として、茨城県笠間市、昭和石材・稲田花崗岩採石場を選び、原位置における弾性波速度測定、原位置で採取した岩塊から作成した円柱状の供試体を用いた超音波速度測定・振幅測定を行ない、原位置で測定された亀裂方向との関連について調査を行なった。

2. 原位置測定

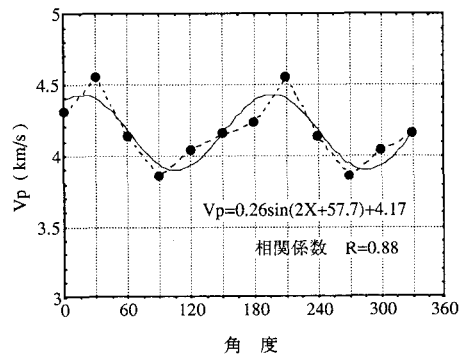
稲田花崗岩は硅酸塩に富むマグマが八溝層群（中世代堆積物）中に約6千年前に貫入したものでかなり粗粒結晶質の岩体である。現場の亀裂調査から次の3方向の卓越方向が認められた。（1）N75°E85°N 高角度亀裂（間隔0.5～1.0m、破碎帯と同方向）（2）N75°E20°S 低角度亀裂（間隔約0.7m、ほぼ水平）（3）N45°W68°S（間隔は他に比べ大きい）。ここで（1）及び（2）は走行方向がほぼ同じで両者の角度は55度であり共役亀裂と考えられる。測線は長さ11mとし、N70°Eを0度として30度毎の時計回りで計6本設置した。0度及び30度あたりに1m幅の破碎帯がある。

3. 原位置速度異方性

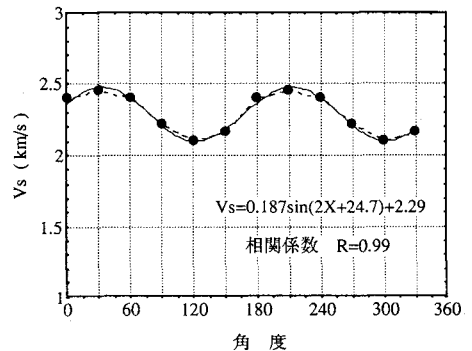
方位に関するP波・S波の速度変化は図-1に示す様にsinカーブで近似され、P波の最大速度軸はN86.2°E、S波についてはN103°Eでありその差は16.8度である。現地の亀裂の卓越方向はN75°Eであり、この結果とやや異なる。しかし、この主亀裂の他にN45°E(=N135°E)の亀裂も存在し、これを考慮すると弾性波速度の最大主軸は亀裂方向と整合性があり、原位置弾性波速度異方性は亀裂方向とほぼ一致する。図-1 から異方性の強さは7～8%である。

4. 花崗岩ブロック弾性波速度試験

岩石サンプルを用いた弾性波速度異方性については多々報告があり、例えば、工藤他（1987）⁽¹⁾や橋本・工藤（1991）⁽²⁾は石目方向や先在亀裂を詳しく調べている。本研究でも原位置から亀裂方向をマーキングした30cm角の花崗岩ブロックを採取し、直径10cmの円柱状のコアを作成して弾性波速度及び初動振幅の測定を行なった。振幅測定は初動のピーク値を電圧として読み取った。図-2にP波速度と角度の関係の例を示す。また図-3にはP波初動振幅と角度の関係を示す。これらの図から判るように、異方性はsinカーブで近似され、速度と振幅の異方性の主軸はほぼ一致している。また、異方性の強さは速度で7～8%であり、振幅で30～50%であった。さらに、速度と振幅には正の相関があり、速度が速いときほどその波動の振幅は大きくなる。



(a) P波速度



(b) S波速度

図-1 原位置の弾性波速度と角度の関係

5. 原位置及びコアの異方性の対比

表-1 に今回の調査結果の一覧表を示す。一般的に、コアが異方性を持っている場合、それに原位置での亀裂要素が加わると、原位置ではより異方性が強くなると考えられる。しかし、速度異方性の程度は原位置及びコア共に7～8%でありスケールによる違いが現われていない。このことから、原位置での異方性もコアの異方性も岩質としての内部微小亀裂に依存していると予想される。

6. まとめ

原位置および岩石サンプルからも弾性波速度の異方性が認められ、その強さも7～8%でほぼ等しい。ジオトモグラフィーの原位置における調査では、5%程度の速度差は有意な差であるので、7～8%の異方性を持つ現場での調査で等方性を仮定した解析ではかなりの誤差を含むことになり、異方性を考慮した解析が必須となると考えられる。また、振幅については30～40%の強い異方性が認められ、異方性の調査では振幅が有効と考えられる。

尚、異方性の程度及び等方性を仮定した場合での誤差との関係は、シミュレーションや原位置でのジオトモグラフィー調査などの手法を用いて明かにしていく必要がある。また本研究で指摘した異方性と微小亀裂を解明するには、原位置におけるジオトモグラフィー調査やコアの顕微鏡観察などが必要である。

最後に、本研究調査現場を提供してくださった（株）昭和石材社及び（株）昭和エンジニアリングに深く感謝いたします。

参考文献

- (1) 工藤洋三、橋本堅一、佐野修、中川浩二、1987、土木学会論文集、第382号／III-7、45-53。
- (2) 橋本堅一、工藤洋三、1991、土木学会第46回年次学術講演会講演概要集、530-531。

表-1 原位置の卓越亀裂方向と弾性波の異方性

	種 類	走向傾斜 $V_{\max}$ 方向	V_{ave} (km/s) Amp (Volt)	ΔV (km/s) ΔA (Volt)
原位置 卓越亀裂		①N75°E85°W ②N75°E20°S ③N45°W68°S		
原位置 弾性波	速度 (P波)	N86°E	4.17	0.26 (6.2%)
	速度 (S波)	N103°E	2.29	0.19 (8.3%)
コア	速度 (P波)	N60～80°E	4.05～4.26	0.29～0.37 (7.2～8.2%)
	振幅 (P波)	N58～78°E	0.028～0.034	0.011～0.016 (39～52%)

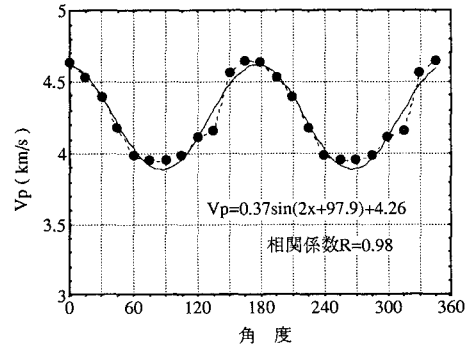
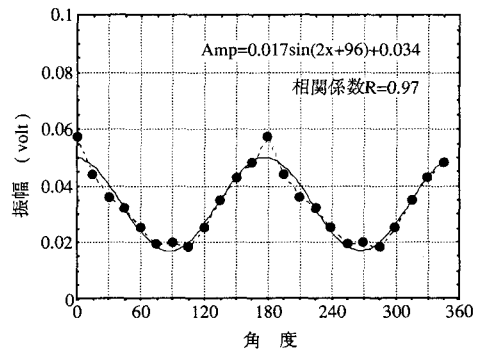
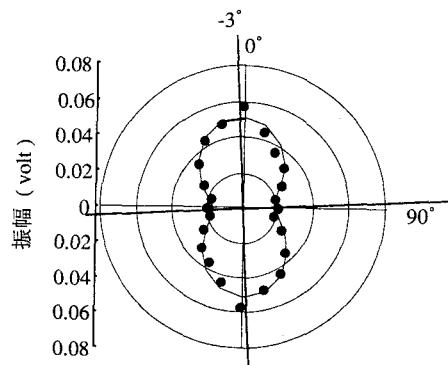


図-2 コアのP波速度と角度の関係



(a) 散布図表示



(b) 円グラフ表示

図-3 コアのP波初動の振幅と角度の関係