

気体を含む液体で飽和した多孔質媒質中における P 波の減衰の温度依存

Temperature-dependent attenuation of P waves in porous media with partial gas saturation

小林 芳正[1], 兼間 強[1]

Yoshimasa Kobayashi[1], Tsuyoshi Kanema[2]

[1] 地質計測(株)

[1] Chishitu Keisoku Co.Ltd., [2] Chishitu Keisoku Co.Ltd

White (1975) は、気体を一部含む液体で飽和した多孔質媒質中の弾性波の分散と減衰を研究した。このような媒質では、間隙中の液体に含まれる気泡が圧力を吸収するため減衰がきわめて強い。狐崎(1986)は1983年日本海中部地震の後、地下数 m の砂層で、地下水面下であるにもかかわらず 150Hz ぐらいの弾性波速度が 0.5 km/s と水の速度 1.5 km/s より相当低い例を観測し、その原因を White 説に基づき、地下水中に存在する気泡の影響で説明した。この時の P 波の減衰は $Q^{-1}=0.59$ という著しいものであった。

一方、新幹線による地盤振動レベルが夏場に軽減すると指摘されている(大島, 2002)。大島は、夏季における地下水位の低下に伴う地盤の含水比の低下で説明した。その可能性も大きいですが、もう一つの仮説として、夏季に地下浅部の温度が上昇して媒質中の気泡が膨張することにより、減衰性が増大する機構も考えられる。竹内(2002)によれば、わが国では地温の年変化が 0.1 度以上生じている深度は 10m 程度に及ぶということであるから、狐崎の例のように、地下数 m では温度の年変化が数度に達しているだろうと推測でき、その影響も考えられるかもしれない。

兼間(2002)は、P 波減衰の温度依存についての予備的室内実験を行い、P 波の速度と減衰が地温により有意に変動することを確かめた。

以上の諸事実から、このような原因による P 波の減衰が、わが国の条件下で、どの程度になり得るかを簡単に見積もってみた。ただし、いまのところあまり信頼度の高いデータがないので、ごく大雑把な見積もりを試みるに過ぎない。気体飽和度 S_g の温度依存が次式で表されるとする。

いま仮に地温が常温の 15 から $T=10$ 上昇するとすれば、 S_g は 2.3 倍ぐらい増大する。ここに a , b は White(1975)のモデルで、球状と仮定した気泡および媒質の半径である。 S_g のこの程度の変化が P 波の速度と減衰にどれぐらい影響するかを、狐崎の推定したケースを基準に見積もってみると、周波数約 150Hz において、速度は 500m/s から 300m/s に低下し、1 波長当たりの減衰は 15dB から 20dB ぐらいに (Q^{-1} 値にすると 0.59 から 0.85 に) 増大することになる。1 波長 = $300 \cdot 500/150=2 \cdot 3.3m$ 当たり 15 20dB という減衰は非常に大きいものであるから、地盤振動の見積もりなどで無視できない効果と思われる。

文献

兼間強, 2002, 未公表資料

狐崎長良, 1986, 気体を含む不完全な水飽和砂層の弾性波の速度・減衰とその応用上の意義, 物理探査 39, 306-321.

大島洋志, 2002, 私の地質工学随想.

竹内篤雄, 2002, 私信による

White, J. E. 1975, Computed seismic speeds and attenuation in rocks with partial gas saturation, Geophysics 40, 224-232.