

衝撃弾性波を用いたコンクリート構造物の背面空洞深さ測定に関する実験 Experiments for measurement method of hollow behind concrete structure using the shock elastic wave

茨田 匠 ○浅尾 瞳 澤田 豊 河端俊典

IBATA Takumi, ASAO Hitomi, SAWADA Yutaka, KAWABATA Toshinori

1. はじめに

コンクリート構造物の中で、山を貫通させて施工される山岳トンネルでは、アーチ型の断面形状を構成することによって地山から受ける圧力（地圧）に耐えうる構造としている。このようなコンクリート構造物においてコンクリート躯体の背面に空洞が存在した場合、地圧のバランスが崩れ空洞上部の地山崩落による突発性の崩壊や著しい機能低下を招く恐れがある。近年、トンネル覆工コンクリートの背面空洞探査は非破壊検査技術のひとつである電磁波レーダ法を用いて実施されることが一般的であるが、覆工コンクリート内に鉄筋などの金属が存在した場合、金属による電磁波の鋭敏な反射により空洞探査は著しく困難になる。これに対し、可聴帯域を含む周波数成分をもつ衝撃弾性波を用いた探査手法は、鉄筋の影響低減に有効であると考えられる。しかしながら、衝撃弾性波を用いた背面空洞探査の実績は少なく、測定精度も未知であるため、一般的な探査方法として普及していない。そこで本研究ではコンクリート構造物背面の空洞を再現した模型実験を行い、空洞検出の可否と、測定に最適な周波数の選定および測定精度の検証・評価を行った。

2. 実験概要

本実験に使用する土槽の内寸は、1000×1000×800mmであり、その直上に1000×1000mmのコンクリート製の試験体を載せることができる。試験体の厚さは242mmとし、無筋の試験体を①、有筋の試験体を②とした。実験では土槽内に6・7混合けい砂により所定の高さの地盤を作製し、その後Fig.1のように土槽上に試験体を載せることで、コンクリート構造物と背面地盤空洞を再現した。

測定には、鉄筋の影響を受けにくい可聴帯域の周波数成分を持ち、出力の大きな波動エネルギーである衝撃弾性波法を適用した。この測定方法は、Fig.2のように片面よりエネルギーを入射させ、内部や背面地盤で反射したエネルギーを同一面で捉える反射法の適用が可能である。さらに、衝撃弾性波の入力において電磁ハンマーを用いることにより、機械的に測定面から垂直かつ打撃強さが一定の波動エネルギーを入力可能であり、同一測点上における繰り返し測定も容易に行える利点がある。

本研究では、背面空洞深さの測定に適用可能な周波数の選定と、土槽内に作製した模擬地盤を用いた空洞深さ測定実験を行った。また、空洞深さの算定値の測定精度も確認した。



Fig.1 土槽と試験体

The examination object and soil tank

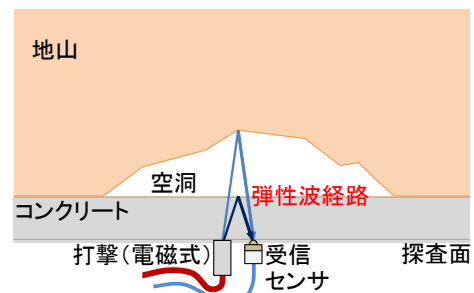


Fig.2 衝撃弾性波法による測定

Measurement of shock elastic wave method

3. 適用周波数の選定

実験に先立ち適用周波数の選定を行った。空洞深さを 500mm とし、試験体②を設置したとき、受信周波数を 2, 5, 10, 20, 50kHz と変化させ、得られた代表的な周波数の測定波形を Fig.3 に示す。ここで、受信周波数 20kHz において、明瞭に地盤からの反射が波形形状から確認できていいることがわかる。一方、2kHz の場合は弾性波が減衰せず、50kHz の場合は多重反射により波が地盤に到達しないことから、地盤からの反射を読み取ることができない。地盤からの反射は 10kHz の測定においても確認できたが、より明瞭に反射位置の読み取りが可能な受信周波数 20kHz を適用し測定実験を行うこととした。

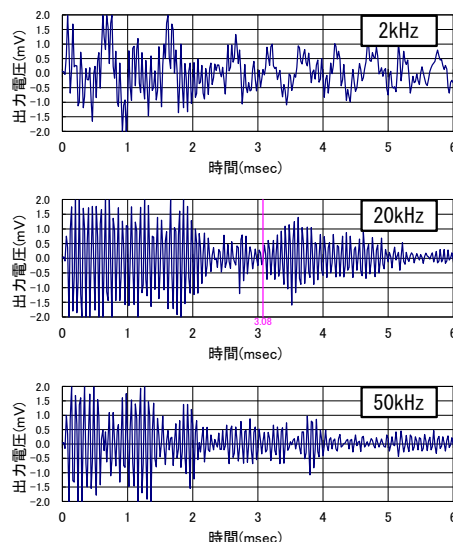


Fig.3 出力電圧の変化
(受信周波数 2kHz・20kHz・50kHz)
Changes of output voltage
(Received frequency 2kHz, 20kHz and 50kHz)

4. 実験結果

Fig.4 に試験体①における測定波形を示す。上段は空洞深さ 250mm、下段は空洞深さ 500mm に設定したときの結果である。図中の線分は地盤からの反射波を捉えた時間であり、空洞深さの違いにより 1.62msec と 3.12msec と読み取った。コンクリート版の伝搬時間を除き、気中の音速を 340m/sec として空洞深さを算定すると、それぞれ、253mm、508mm となり、設定した空洞深さに対してよく一致している。

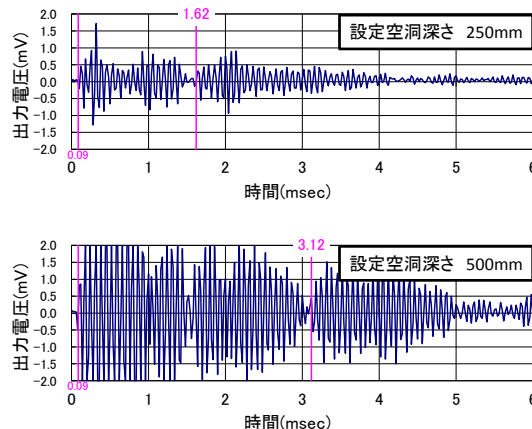


Fig.4 試験体①における出力電圧の変化
Changes of output voltage in the examination object 1

次に、試験体②における測定波形を Fig.5 に示す。上段が空洞深さ 250mm、下段が空洞深さ 500mm の測定結果である。無筋の試験体①の場合と同様に地盤からの反射波を明瞭に捉えており、それぞれの反射時間を 1.60msec、3.10msec と読み取った。コンクリート版の伝搬時間を除き、気中の音速を 340m/sec として空洞深さを算定すると、それぞれ 250mm、505mm となった。

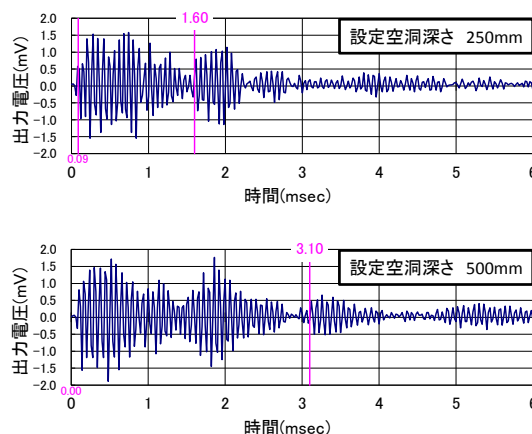


Fig.5 試験体②における出力電圧の変化
Changes of output voltage in the examination object 2

以上の結果より、電磁ハンマーを用いた衝撃弾性波法は有筋・無筋を問わずコンクリート構造物の背面空洞測定に有効な探査方法であり、十分な測定精度を持つことが確認できた。

参考文献

岩野聡史・極檀邦夫・境友昭・森濱和正(2001)：衝撃弾性波法によるコンクリート構造物の厚さ測定
コンクリート工学年次論文集, 23(1), 547-552