

## 壁部材における弾性波速度測定によるコンクリート内部欠陥探査方法の検討

Study on inspection method for flaws in concrete wall by measuring velocity of elastic wave

○ 實藤 大夫 リック(株) 岩野 聡史 リック(株) 坂本 良憲 リック(株)  
 Haruo Sanefuji RIK Satoshi Iwano RIK Yoshinori Sakamoto RIK  
 森濱 和正 独立行政法人土木研究所  
 Kazumasa Morihama Public Works Research Institute

## 概 要

衝撃弾性波法による透過法で弾性波速度を測定するコンクリート内部欠陥探査方法について検討した。壁厚 600mm, 300mm の壁部材を対象として、本法の適用が可能であるのかを検証した。その結果、透過法で内部欠陥の位置を判断するには、複数の経路での測定が必要となるが、欠陥の寸法に対して経路長が長くなると欠陥の影響が確認できないこと、また透過法により測定される速度は、入力点と受信点の設置角度によって変化するということが確認された。これから、壁部材における内部欠陥探査方法では、設置角度毎に平均値を算出し、比率で評価を行うことで適用が可能であることが確認された。

キーワード：内部欠陥探査、衝撃弾性波法、透過法、弾性波速度

## 1. はじめに

衝撃弾性波法は、使用する弾性波の波長が長いことから、コンクリート内部の欠陥探査においては、部材厚さの厚いコンクリートでの適用が可能となる特長がある。既往の研究<sup>1)</sup>では、長さと同程度の柱形状の供試体で、透過法による弾性波速度の測定を長さ・幅の2方向から行い、ジャンカ範囲の推定が可能であると確認されている。今回は、厚さに対して幅が長い壁部材における弾性波速度の測定によるジャンカ範囲の推定方法について検討した。

## 2. 実験内容

供試体は壁にジャンカを模擬したポーラスコンクリートを埋設したボックスカルバートの形状である。供試体の形状、ジャンカの位置と測定範囲を図1に、測定状況を写真1に示す。透過法により弾性波の伝搬時間差を測定し、入力点と受信点の距離である経路長から、弾性波速度を測定した。壁厚 300mm の測定点は、横方向に 50mm 間隔で全 11 測点設定し、壁厚 600mm の測定点では、横方向に 100mm 間隔で全 11 測点を設定した。両壁厚とも高さ方向には健全部で 100mm 間隔、ジャンカ部では 50mm 間隔で測定断面を設定し、計 7 断面を測定した。各高さ位置での入力点と受信点の設定状況を図2に示す。1つの入力点に対して受信点は 11 点とし、複数の伝搬経路となるように設定した。

測定結果の評価方法は、各高さ位置において図2に示すとおり、壁厚 300mm では 50mm×25mm×120 個、壁厚 600mm では 100mm×50mm×120 個のブロックに分け、各ブロック内に伝搬する複数の弾性波速度を比較して、最も速い弾性波速度を評価値として採用した。この理由は、評価対象のブロックが健全であっても他のブロックに存在する欠陥部を伝搬した弾性波の速度は低下することから、評価対象ブロック内では、速度の違い

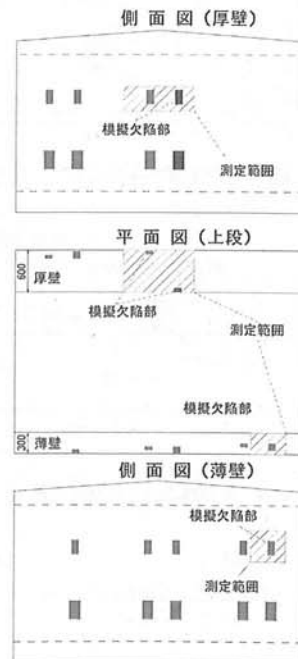


図1 供試体形状



写真 1 測定状況

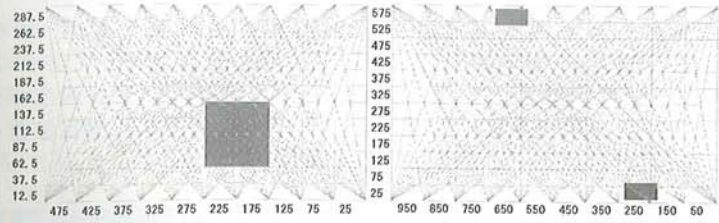


図 2 入力点・受信点設定状況 (左: 壁厚 300mm, 右: 壁厚: 600mm)

弾性波も存在する可能性がある。これに対して、評価対象のブロック内に欠陥部が存在すれば、全ての経路の弾性波速度が低下することとなる。ブロック内の弾性波速度の平均値等では、他測定点でのジャンカの影響により、欠陥位置を正確に判断できないものと考えられることから、弾性波速度の最大値を採用したものである。

### 3. 測定結果

#### 3. 1 伝搬経路長による影響の確認

壁部材における透過法での弾性波速度の測定結果の例を、図 3、図 4 に示す。壁厚 600mm でライン A は健全部、ライン B はジャンカ部を通過する位置である。健全部とジャンカ部での速度の測定結果を比較すると、ライン A は 4074m/s、ライン B は 3872m/s であり、ジャンカ部では健全部に対して、速度が 5% 低下する結果となり、経路長 600mm 程度においては透過法が適用できることが確認された。次に、経路長 4100mm となる壁部材での測定結果を図 5、図 6、表 1 に示す。8 測線を設定し、透過法による弾性波速度を測定すると、測定結果より、ジャンカ部では 3612~3640m/s、健全部では 3652~3669m/s であった。ジャンカ部では、健全部の速度に対して、1% 程度しか低下しない結果であり、両者に差は確認されない。これは、経路長に対する欠陥の長さが短いことから、欠陥による差が生じなかったものと考えられる。以上のとおり、経路長が長くなると透過法の適用は困難になることから、壁部材においては、図 2 に示すとおり、複数経路での測定が必要となることが確認された。

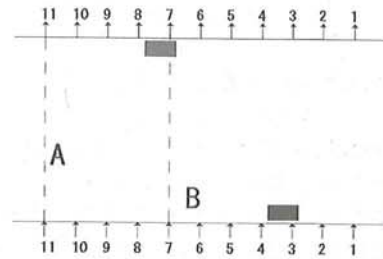


図 3 壁部材での測定例

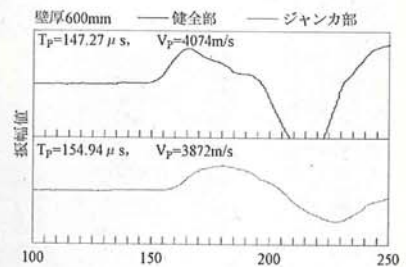


図 4 壁部材での測定結果

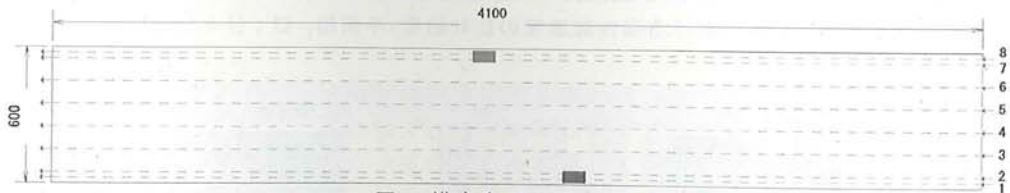


図 5 横方向での測定例

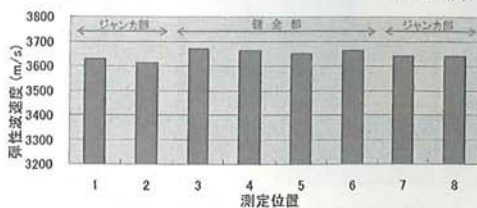


図 6 横方向での測定結果

表 1 横方向での測定結果

測定位置	1	2	3	4	5	6	7	8
	ジャンカ部		健全部				ジャンカ部	
弾性波速度 (m/s)	3629	3612	3669	3663	3652	3663	3640	3640
平均 (m/s)	3620		3662				3640	

3. 2 複数経路での留意点

健全部の透過法による弾性波速度測定結果の例を図7, 図8に示す。壁厚600mm, 測定位置を100mm間隔で測定した結果である。入力点と受信点の角度が大きくなるのに従い, 弾性波速度が低下していくことが確認された。弾性波速度が速いところで3965m/s, 遅いところで3804m/sという結果であった。これより, 測定位置の角度により測定上の弾性波速度が変化するということが確認された。

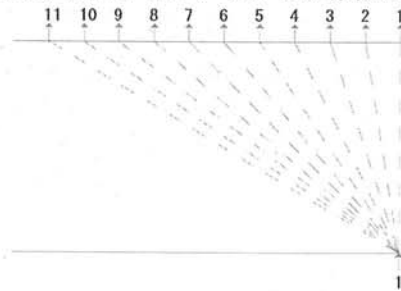


図7 健全部での測定例

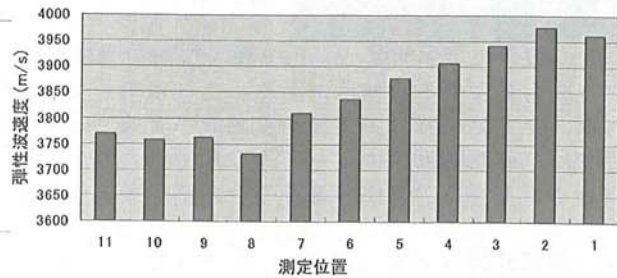


図8 健全部での測定結果

3. 3 内部欠陥位置の探査結果

ジャンカ部が存在する高さ位置300mmの測定断面, ジャンカ部が存在しない高さ位置400mmの測定断面において, 弾性波速度を評価値とした各ブロックでの評価結果のコンター表示を図9, 図10に示す。コンター表示の上限値及び下限値の設定は, それぞれの壁部で測定された弾性波速度の最大値及び最小値とした。黒く表示されている測定点は, 弾性波速度が低下した範囲を示している。実際のジャンカ部の位置と比較すると, 壁厚300mm, 壁厚600mmともに, ジャンカ部の前後においても弾性波速度が低下し, ジャンカ部の位置が特定できない結果となった。

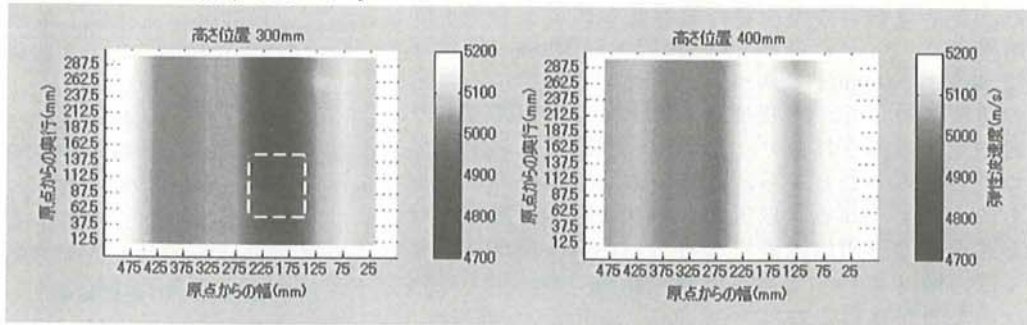


図9 壁厚300mmにおける弾性波速度の比較結果(平面図, □: ジャンカ位置)

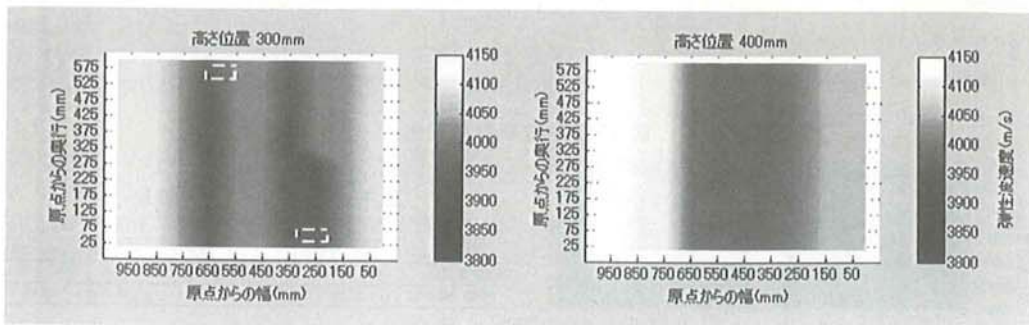


図10 壁厚600mmにおける弾性波速度の比較結果(平面図, □: ジャンカ位置)

これらの原因は、「3. 2」に示した入力点と受信点の角度により測定上の弾性波速度が変化した影響であると考えられる。この影響を除去するため、角度が等しくなる測定位置毎に弾性波速度の平均値を求め、各弾性波速度をこの平均値で除することによって比率を求めた。この比率により評価したコンター表示の結果を図 11, 図 12 に示す。判定基準値は本法での測定精度を考慮して 2%とし<sup>2)</sup>、2%の範囲外が明確になるように、コンター表示の上限値を 1.04, 下限値を 0.96 とすることを考慮したが、今回の測定断面は計 7 断面で、健全部における断面数は 2 断面、ジャンカ部における断面数は 5 断面であり、平均値は欠陥が影響した値となることから、下限値は 1.00 とし、比率 1.04 以上を 1.04, 比率 1.00 以下を 1.00 として設定した。測定結果より、壁厚 300mm のジャンカ位置では概ね 1.00 以下、壁厚 600mm のジャンカ位置では 1.00 程度となり、ジャンカ位置を探查できる結果となった。以上の結果から、ジャンカ位置を正確に判断するには、測定上の弾性波速度の変化を考慮して評価値を設定することが有効であると考えられる。

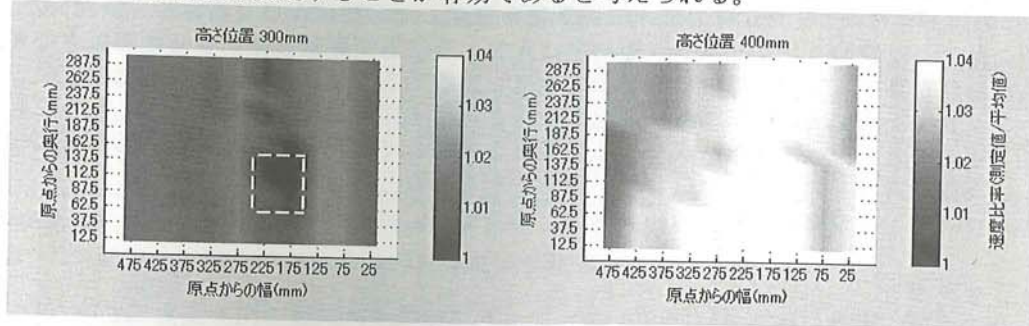


図 11 壁厚 300mm における弾性波速度比率の比較結果 (平面図, □: ジャンカ位置)

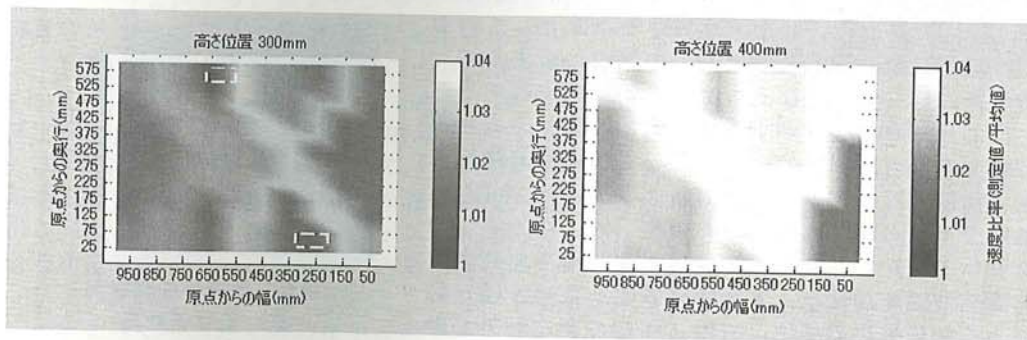


図 12 壁厚 600mm における弾性波速度比率の比較結果 (平面図, □: ジャンカ位置)

#### 4. まとめ

衝撃弾性波法による透過法で弾性波速度測定を行い、コンクリート内部欠陥探查方法について検討した。その結果、各評価ブロック内に伝搬する弾性波速度の最大値を求め、各測定位置における測定上の弾性波速度の変化を考慮して評価値を設定し、比較することにより、ジャンカ位置を推定できると考えられる。

参考文献: 1)岩野聡史他: 双方向の弾性波速度測定によるコンクリート内部欠陥探查方法の検討, 土木学会第 66 回年次学術講演会, pp.85-86, 2011.8

2) 岩野聡史他: 非破壊試験によるコンクリート構造物の部材厚さの測定および変状の検出, (社)日本非破壊検査協会機関誌 Vol.58, No.4, pp.152-pp158, 2009.4