

コンクリートの内部欠陥探査における弾性波速度の測定方法の比較検討

リック (株) 正会員 岩野 聡史
 リック (株) 非会員 實藤 大夫

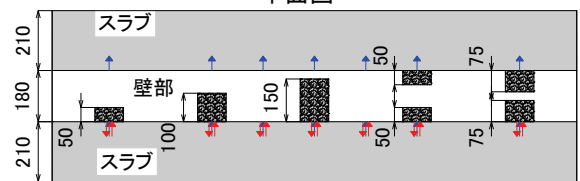
1. はじめに

コンクリート内部に発生したジャンカ等の欠陥を非破壊で探査する方法の一つに衝撃弾性波法がある。弾性波の伝搬経路中のコンクリート内部にジャンカ等の欠陥が存在すれば、衝撃弾性波法による弾性波速度の測定値は低下する性質があり、既往の研究¹⁾では、この性質を利用してコンクリート内部のジャンカ探査が行なわれている。しかしながら、既往の研究¹⁾では、ジャンカ等の欠陥により測定値が低下する原因についての検証が十分ではなかった。また、衝撃弾性波法による弾性波速度の測定方法には、透過法と多重反射法の2手法があるが²⁾、それぞれの手法の比較検討も十分ではなかった。そこで、今回の実験では、ジャンカを模擬したポーラスコンクリートを、空隙率を変化させて複数作製し、これらを用いた円柱供試体および実構造物を模擬した壁供試体で透過法と多重反射法での測定値を比較した。これらの結果から、衝撃弾性波法によるコンクリートの内部欠陥探査の適用方法を検討したので報告する。

表1 円柱供試体で測定した諸性質

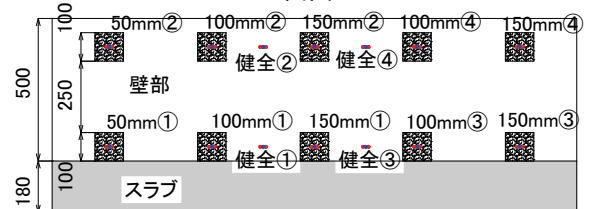
供試体名称	W/C (%)	測定材齢 (日)	単位容積質量 (g/cm ³)	圧縮強度 (N/mm ²)	静弾性係数 (kN/mm ²)
空隙率 10%	26.1	16	2.338	51.6	35.9
		26	2.323	54.2	36.2
		40	2.322	52.8	39.8
空隙率 20%	26.1	16	2.098	24.9	25.8
		26	2.082	25.9	27.1
		40	2.110	30.9	30.2
空隙率 35%	26.1	16	1.752	3.2	7.7
		26	1.744	3.5	9.2
		40	1.739	4.3	8.9
普通コンクリート	56.6	4	2.305	22.9	24.7
		14	2.310	31.3	29.4
		28	2.312	35.7	29.5

平面図



■: ポーラスコンクリート埋設位置

正面図



2. 実験内容

実験ではジャンカを模擬するためポーラスコンクリートを用いた。ポーラスコンクリートの空隙率は10%、20%、35%の3種類である。3種類のポーラスコンクリート毎に設計寸法φ100mm×200mmの円柱供試体と、図1に示す普通コンクリートの健全部にポーラスコンクリートを埋設した壁供試体を作製した。壁供試体にポーラスコンクリートを埋設した厚さは、壁厚180mmに対して50mm～150mmと位置によって異なっている。また、円柱供試体は健全部に使用した普通コンクリートでも作製した。なお、ポーラスコンクリートを作製した後に、壁供試体を打設したことから、ポーラスコンクリートの打設日と普通コンクリートの打設日は12日間異なっている。

衝撃弾性波法による測定状況を写真1に示す。円柱供試体と壁供試体で透過法と多重反射法の2手法により弾性波速度を測定した。壁供試体での測定点は、図1に示すとおり、ポーラスコンクリートの各埋設位置の中央付近とし、透過法では壁部の裏側に受信点を設置した。また、比較のためポーラスコンクリートが埋設されていない健全部の4点でも測定した。測定は壁供試体の材齢4日～28日（ポーラスコンクリートでは16日～40日）の3回実施した。円柱供試体では衝撃弾性波法の測定の後に、圧縮強度、静弾性係数などの測定を行った。これらの測定結果は表1に示すとおりである。



写真1 測定状況 (上: 円柱供試体, 下: 壁供試体)

キーワード: 衝撃弾性波法, 内部欠陥探査, 弾性波速度

連絡先: 〒143-0004 東京都大田区昭和島 2-4-3 TEL 03-5762-2058 FAX 03-3765-5190 E-mail siwano@ri-k.co.jp

3. 測定結果および考察

円柱供試体での弾性波速度の測定結果を図2に示す。ポーラスコンクリートと普通コンクリートを比較すると、空隙率35%のみが測定される弾性波速度が低下する結果であった。棒状体を伝搬する弾性波速度は式(1)で示されることから、表1より、静弾性係数が大きい空隙率10%、20%では、空隙の有無に関わらず測定される弾性波速度が低下しなかったものと考えられる。つまり、弾性係数が低下していないジャンカの探査は、透過法、多重反射法ともに困難であるといえる。

$$V_p = \sqrt{E/\rho} \quad (1)$$

ここで、 E は弾性係数、 ρ は密度である。また、図2では透過法と多重反射法で測定値が異なることも確認される。これから、透過法、多重反射法と方法が異なる測定値を比較するような探査は不適切であると考えられる。

空隙率35%の壁供試体で材齢40日に測定した弾性波速度を図3に示す。図3の横軸は測定点を示し、数値は壁厚180mmに占めるポーラスコンクリートの厚さを示している。測定結果より、空隙率35%のポーラスコンクリートが埋設された測定点では、透過法、多重反射法ともに測定される弾性波速度が健全部と比較して低下していることが確認される。これから、この低下に着目すれば測定点の直下にジャンカなどの欠陥部が存在していると判断することが可能となる。

空隙率10%、20%、35%の壁供試体で測定される弾性波速度が変化する原因を検証するため、各空隙率の円柱供試体で測定した弾性波速度と各測定点で壁厚180mm中に占めるポーラスコンクリートの厚さから弾性波速度の理論値を算出し、実際の測定結果と比較した。この結果を図4に示す。図4より、透過法は理論値とある程度の相関関係が確認される。これから、透過法では、測定した弾性波速度から、ジャンカの弾性係数や厚みなど、ジャンカの程度の評価に可能性があると考えられる。これに対して、多重反射法では、ポーラスコンクリートにより理論値が低くなる点では、測定される弾性波速度は健全部と比較して低下するものの、理論値とは乖離した結果である。これから、多重反射法では、ジャンカ等の欠陥の有無は判断できるものの、ジャンカの程度の評価は困難であると考えられる。

4. まとめ

弾性波速度の測定によるコンクリートの内部欠陥探査について透過法と多重反射法を比較した。得られた見解を以下に示す。①円柱供試体では、透過法、多重反射法ともに測定される弾性波速度は弾性係数の低下に伴い低下した。ただし、空隙の有無は影響しない。これから、弾性係数が低下していないジャンカの探査は困難となる。②壁供試体の測定結果より、弾性波速度の低下に着目すれば、測定点の直下に欠陥部が存在していると判断できることが確認された。また、透過法の測定値は、ジャンカでの弾性係数の低下の程度や厚みに対応して変化することから、欠陥の程度の評価に可能性があると考えられる。

謝辞：実験に際し、清水建設太田達見様にご指導を賜りました。文末ながら謝意を表します。

参考文献 1) 岩野聡史ほか：非破壊・局部破壊試験によるコンクリート構造物の品質検査に関する共同研究 衝撃弾性波 その1 衝撃弾性波法によるコンクリート表層部の欠陥探査，日本非破壊検査協会平成15年度春季大会講演概要集，pp.129-130，2003。
2) NDIS 2426-2：コンクリート構造物の弾性波による試験方法—第2部：衝撃弾性波法，社団法人日本非破壊検査協会，2009。

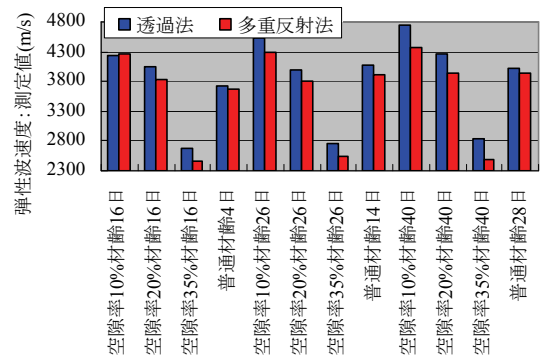


図2 円柱供試体での弾性波速度の測定値の比較

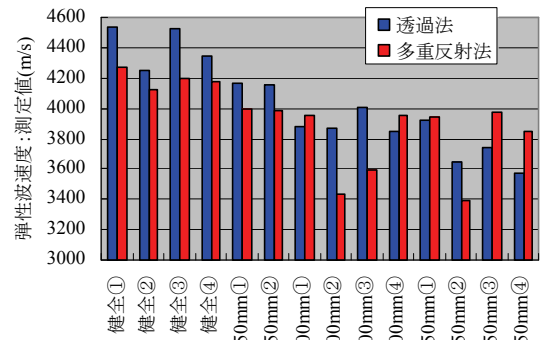


図3 壁供試体での弾性波速度の測定値の比較

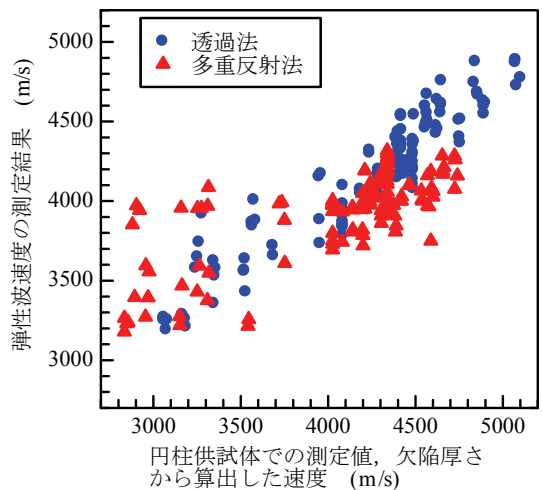


図4 壁供試体での測定値と理論値との比較