

コンクリートへの荷重が衝撃弾性波法の測定結果におよぼす影響の確認

リック (株) 技術研究所 正会員 岩野 聡史
(独) 土木研究所 正会員 森濱 和正

1. はじめに

筆者らは、衝撃弾性波法によりコンクリート表面をインパルスハンマーで打撃し、インパルスハンマーとコンクリート表面との接触時間を測定して、コンクリート表層付近の品質を非破壊で評価する方法について検討をしている¹⁾。非破壊検査には判定基準が必要となるが、非破壊試験による測定値はコンクリートの配合や材齢等によって変化することから、判定基準はこれらの影響を考慮して設定することが重要になる。この対処方法の1つとして、強度推定の場合、検査対象のコンクリートと同一配合の円柱供試体を作製して、この円柱供試体での測定結果から判定基準を設定する方法が提案されている²⁾。これから、本法においても円柱供試体での測定結果が判定基準の設定に利用できるものと期待される。ただし、この設定においても、円柱供試体と実構造物の条件の相違による測定値の変化を把握することが必要となる。そこで、今回の実験では、円柱供試体と実構造物では測定点への荷重が異なることに着目し、荷重の変化による接触時間の測定値の変化を確認した。この結果から、円柱供試体での判定基準の設定方法について検討したので報告する。

2. 実験内容

2. 1 接触時間の測定によるコンクリート表層付近の品質評価の測定原理

ヘルツの衝突理論によれば、コンクリート表面へ鋼球を落下させたときの鋼球とコンクリートとの接触時間 T_c は式(1)により示されている。

$$T_c = 5.97[\rho_s(\delta_s + \delta_p)]^{2/5} \frac{R}{h^{0.1}} \quad (\text{ただし, } (\delta_p = (1 - \nu_p^2)/(\pi E_p), \delta_s = (1 - \nu_s^2)/(\pi E_s))) \quad (1)$$

ここに、 ρ_s ：鋼球密度、 R ：鋼球半径、 h ：落下高さ、 ν_p ：コンクリートのポアソン比、 ν_s ：鋼球のポアソン比、 E_p ：コンクリートの弾性係数、 E_s ：鋼球の弾性係数である。式(1)より、鋼球落下による鋼球とコンクリートとの接触時間は、コンクリートの表層付近の弾性係数によって変化することが分かる。例えば、コンクリートの表層付近の強度が強くと、弾性係数 E_p が大きい測定点では、 δ_p が小さくなり、接触時間は短くなる。式(1)は鋼球落下による接触時間が示されているが、ハンマーでコンクリート表面に打撃を与えた場合は、鋼球落下による場合と同様に、ハンマーとコンクリートとの接触時間はコンクリートの表層付近の弾性係数によって変化する。これから、同じハンマーにより接触時間を測定し、測定結果を比較すればコンクリート表層付近の弾性係数を比較することとなり、コンクリート表層付近の品質評価に利用できると考えられる。

2. 2 実験手順

使用した円柱供試体の名称と材齢を表1に示す。円柱供試体の名称がコンクリートの呼び強度とセメント種類を示している。セメント種類は3種類で計6配合であり、本数は配合毎に3本である。接触時間の測定状況を写真1に示す。円柱供試体の側面で荷重が無い状態と圧縮試験機により25kNの荷重を加えた状態で測定し

表1 使用した供試体

供試体名称	材齢 (日)
24N	80
36N	80
24BB	74
30BB	60
24H	19
36H	74



写真1 測定状況 (左: 荷重なし, 右: 荷重25kN)

キーワード：非破壊検査, 衝撃弾性波法, 接触時間, コンクリート表層品質
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

た。また、各配合で1本の円柱供試体については、荷重を0kNから5kN間隔で25kNまで変化させて測定した。

接触時間の測定値は打撃強さによって変化するなど、ある程度のバラツキが生じることから、測定精度を向上させるために、1測定での打撃回数を20回とし、平均化処理した結果を測定値とした。

3. 測定結果および考察

荷重が無い状態と25kNの荷重を加えた状態での測定結果を表2、図1に示す。まず、測定された接触時間を呼び強度で比較すると、強度が強くなるほど接触時間が短くなっていることが分かる。式(1)に示した理論式のとおり、弾性係数が大きくなれば接触時間が短くなる結果が得られた。次に荷重の条件で比較すると、18供試体中17本の供試体で、荷重が無い状態での接触時間は25kNの荷重を加えた状態よりも短くなり、荷重が無い状態では測定上の弾性係数が大きくなる結果であった。

荷重を変化させて接触時間を測定した結果を図2に示す。測定結果にはバラツキがあるものの、0kNから15kNでは荷重が重くなると接触時間は徐々に長くなり、測定上の弾性係数が徐々に小さくなった。15kNから25kNでは、荷重が重くなっても測定結果はあまり変化しない傾向である。

以上の結果となった原因を考察する。接触時間は弾性係数によって変化する値であり、ここで弾性係数は、周知のとおり、縦軸に応力、横軸にひずみとしたときの応力-ひずみ曲線の接線の勾配である。応力-ひずみ曲線では、小さい応力での勾配は大きく、応力が徐々に大きくなると、勾配つまり弾性係数は小さくなる性質がある。今回の測定結果は、この性質に従い、荷重の増加によって弾性係数が小さくなり、測定される接触時間が長くなったものと考えられる。

以上の結果から、接触時間の測定による検査の判定基準を円柱供試体で設定するには、実構造物の荷重条件を考慮して、荷重を加えた状態で測定した結果から設定する必要があると考えられる。

4. まとめ

衝撃弾性波法による接触時間の測定によるコンクリート表層付近の品質評価の判定基準を円柱供試体での測定結果から設定する方法を検討した。特に、円柱供試体と実構造物では測定点への荷重が異なることから、荷重による測定値の変化について確認をした。その結果、応力-ひずみ曲線の接線の勾配である弾性係数は、荷重によって変化することに従い、測定される接触時間も変化することが確認された。これから、判定基準を円柱供試体での測定結果から設定するには、荷重を加えた状態での結果から設定する必要があると考えられる。

表2 荷重25kNと無荷重での測定結果比較

供試体名称	接触時間測定結果(μs)	
	荷重0kN	荷重25kN
24N	No.1	149.0
	No.2	150.8
	No.3	151.5
36N	No.1	133.2
	No.2	131.6
	No.3	130.5
24BB	No.1	179.4
	No.2	178.3
	No.3	174.1
30BB	No.1	148.5
	No.2	149.3
	No.3	150.0
24H	No.1	150.5
	No.2	157.2
	No.3	154.5
36H	No.1	146.5
	No.2	147.0
	No.3	139.1

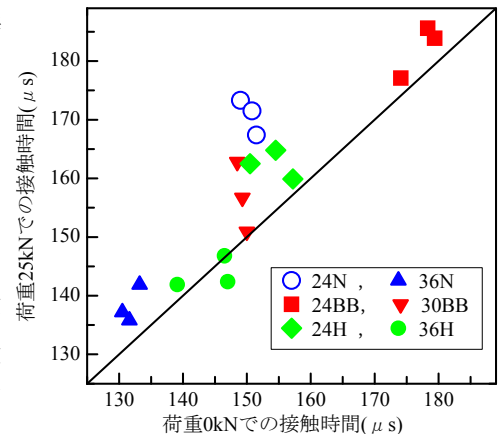


図1 荷重25kNと無荷重での測定結果比較

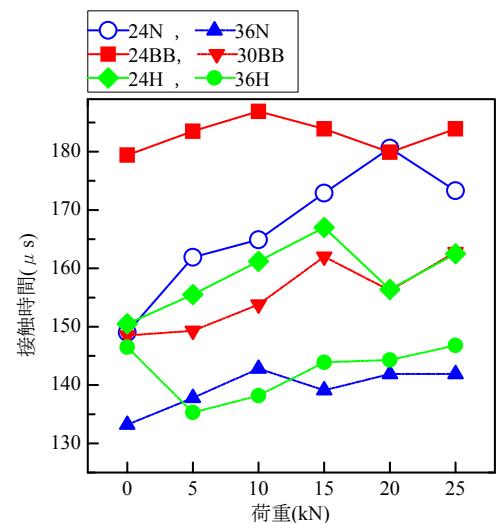


図2 荷重による測定結果の変化状況

参考文献 1) 岩野聡史ほか：衝撃弾性波法によるコンクリート表層部の品質評価に関する基礎的研究，土木学会コンクリート技術シリーズ No.80 構造物表面のコンクリート品質と耐久性性能検証システム小委員会（335委員会）成果報告書およびシンポジウム講演概要集，pp.345-350，2008. 2) 独立行政法人土木研究所 HP，衝撃弾性波試験（仮称）iTECS 法による新設の構造物コンクリート強度測定要領（案），2006.