

# 衝撃弾性波法による既設コンクリート構造物の 圧縮強度評価方法の検討

リック (株) 岩野 聡史 徳島大学 渡辺 健

Study on the Estimation Method of Compressive Strength of Structural Concrete  
by the Impact Elastic Wave Method

RIK Co., Ltd. Satoshi IWANO  
Tokushima University Takeshi WATANABE

**キーワード** 衝撃弾性波法, 既設コンクリート構造物, 圧縮強度, 弾性波伝搬速度, 伝搬時間差

## 1. はじめに

現在、長年供用されている既設コンクリート構造物の維持管理では、圧縮強度に関する試験が実施されている<sup>1)</sup>。参考文献1)によれば、コンクリート構造物はコンクリートの強度、特に圧縮強度に基づいて設計され、また、コンクリート構造物の劣化に関連した物性特性の変化は圧縮強度に深く関連していることから、コンクリート構造物を診断する上で強度を把握することは極めて重要であるとされている。ここで、現在、一般的に実施されているコンクリート構造物での圧縮強度の試験方法は、コンクリート表面からコアを採取する破壊試験による方法や、コンクリート表面の反発度から強度を推定する方法であると考えられる。しかし、前者の破壊試験は、実施できる箇所や数が制限され、コンクリート構造物を診断する上で試験の実施が必要な位置において、直接試験が実施できない場合があるという課題がある。また、後者は、反発度の測定方法についての規格が制定され、広く普及されている技術ではあるが、測定した反発度から圧縮強度を精度よく推定する方法は十分に確立されておらず、精度に課題があることが指摘されている<sup>2)</sup>。

これらの課題に対して、新設コンクリート構造物が対象ではあるが、衝撃弾性波法による圧縮強度の評価方法が提案されている<sup>3)</sup>。この方法は、次の(1)、(2)の手順により、圧縮強度を評価する方法である。

- (1) 試験対象のコンクリートと使用材料、配合などが同じコンクリートを使用して円柱供試体を作製し、この円柱供試体で弾性波伝搬速度を圧縮強度に換算する式(以下、圧縮強度評価式という)を設定する。
- (2) コンクリート構造物で測定した弾性波伝搬速度から、圧縮強度評価式により圧縮強度を推定する。

この方法は任意の箇所で実施できる非破壊試験であり、また、コンクリート表面から採取したφ100mmのコアの圧縮強度と±15%程度の誤差で圧縮強度を推定できることが既往の研究で確認されている<sup>4)</sup>。さらに、コンクリート構造物の片側表面で測定した弾性波伝搬速度から圧縮強度を推定する方法であり、背面が埋設された構造物や部材厚さの厚い構造物にも適用できる。これらの特長から、新設工事の施工管理で実施する試験方法に採用されている<sup>5)</sup>。

その一方で、既設コンクリート構造物では衝撃弾性波法による圧縮強度の評価方法は多く採用されていない。この大きな要

因の一つは、前述の(1)、(2)の手順が既設コンクリート構造物では異なり、この手順が提案されているが<sup>6)、7)</sup>、この提案に対する検証が不十分なことである。衝撃弾性波法研究委員会では、この課題を検証するWG「既設コンクリート構造物における圧縮強度評価式の作成方法」(WG3)を設立し、表1の委員により活動を行った。本稿では、この活動内容について報告する。

表1 衝撃弾性波法研究委員会WG3の構成

No.	区分	氏名	所属
1	主査	岩野聡史	リック(株)
2	副査	渡辺 健	徳島大学
3	委員	猪股信哉	(株)ケミカル工事
4	委員	岩井大輔	(株)土谷組
5	委員	大野健太郎	首都大学東京
6	委員	小椋紀彦	(株)CORE技術研究所
7	委員	久保元樹	日東建設(株)
8	委員	境 友昭	アブライドリサーチ(株)
9	委員	炭谷浩一	(株)大進コンサルタント
10	委員	多田健次	(株)ジャスト
11	委員	鄭 子揚	(株)コンステック
12	委員	森濱和正	(国研)土木研究所
13	委員	山下健太郎	(株)東洋計測リサーチ

## 2. 検討されている評価方法の概要

### 2.1 圧縮強度評価式の設定方法

(1) 弾性波伝搬速度と圧縮強度との関係について

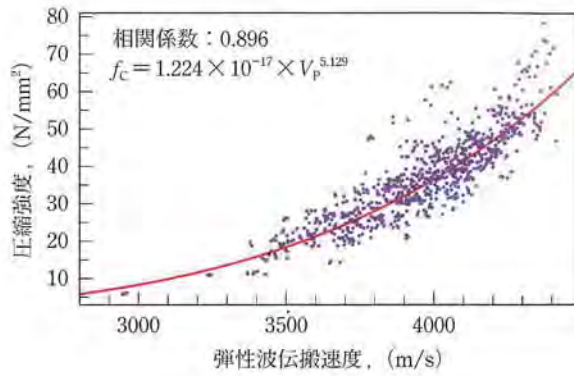
使用材料、配合などが異なる66種類のコンクリートで円柱供試体を12本ずつ作製し、弾性波伝搬速度および圧縮強度を測定して、両者の関係式がコンクリートの配合によってどのように変化するかを確認した。66種類の配合の全円柱供試体で得られた弾性波伝搬速度と圧縮強度との関係を図1(a)に示す。両者を式(1)に示す関数に最小二乗法により回帰すると、式(2)に示す関係式が相関係数0.896で得られた。

$$f_c = \beta \times V_p^\alpha \dots\dots\dots (1)$$

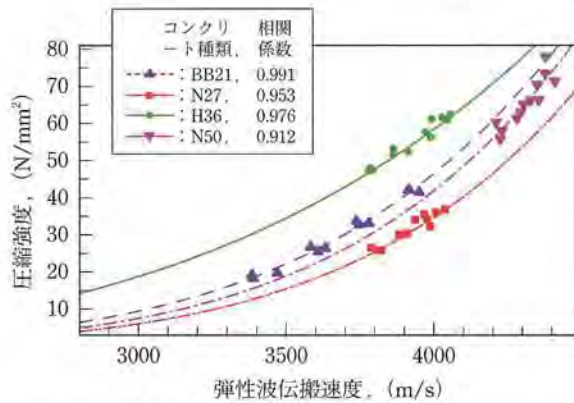
$$f_c = 1.224 \times 10^{-17} \times V_p^{5.129} \dots\dots\dots (2)$$

66種類の配合の全円柱供試体で得られた弾性波伝搬速度お





(a) 66種類の配合を混在した場合



(b) 同種のコンクリートごとに比較した場合

図1 弾性波伝搬速度と圧縮強度との関係

よび圧縮強度には、ある程度の相関関係がある。しかし、例えば弾性波伝搬速度 4000m/s での圧縮強度は、式(1)の回帰式では 36.5N/mm<sup>2</sup>となるのに対して、図1(a)から、実際には約 25N/mm<sup>2</sup>～約 60N/mm<sup>2</sup>と広範囲に分布している。これに対して、使用材料、配合などが全て等しい同種のコンクリートでの弾性波伝搬速度と圧縮強度との関係の一例を図1(b)に示す。同種のコンクリートでは、実際の測定結果と回帰曲線との誤差が小さく、弾性波伝搬速度および圧縮強度は相関係数 0.912～0.991と強い相関関係である。

以上のように、弾性波伝搬速度と圧縮強度との関係は、コンクリートの使用材料、配合などによって異なることから、新設コンクリート構造物が対象である参考文献2)では、試験対象のコンクリートと使用材料、配合などが等しい同種のコンクリートを用いて、圧縮強度評価式を作成することを必要としている。

(2) 弾性波伝搬速度と圧縮強度との関係の性質について

コンクリートの配合によって、弾性波伝搬速度と圧縮強度との関係式がどのように変化しているのかを確認した。66種類の配合ごとに式(1)に示す弾性波伝搬速度と圧縮強度との関係式を最小二乗法により求め、弾性波伝搬速度が1%増加したときの圧縮強度の変化率を比較した。その結果を図2に示す。図2から、弾性波伝搬速度が1%増加したときの圧縮強度の変化率は 1.03～1.07であり、コンクリートの使用材料、配合などが変化しても、この変化率に大きな差がないことが確認される。

図2の結果は、式(1)の定数βおよび図1(b)の回帰曲線の切片は配合によって大きく変化するものの、式(1)の定数αおよび図1(b)の回帰曲線の勾配は配合が異なっても

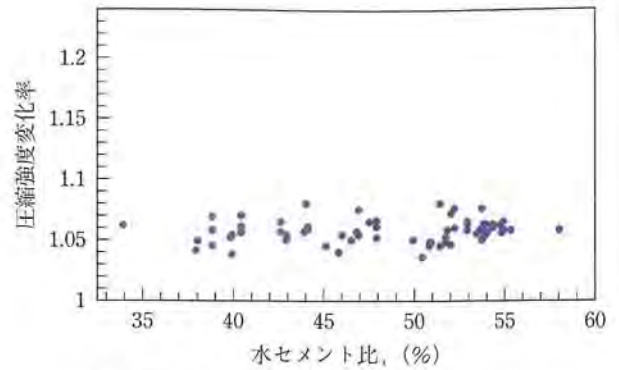


図2 弾性波伝搬速度の変化に対する圧縮強度の変化

変化しないことを示す。

(3) 検討されている圧縮強度評価式の設定方法

(2)で確認された性質に基づき、次の手順によって、圧縮強度評価式を設定することが検討されている。なお、この手順は、コア採取による圧縮強度試験結果を併用する手順である。

- (1) コアを採取する位置で弾性波伝搬速度を測定し、式(2)に示される全配合での弾性波伝搬速度と圧縮強度との関係式で暫定的に圧縮強度  $f_{CT}$  (以下、暫定推定強度という)を推定する。
- (2) コアを採取して、JIS A 1108に準じた方法で圧縮強度試験を行う。
- (3) (2)による圧縮強度  $f_c$  と(1)による暫定推定強度  $f_{CT}$  との比率  $k$  を式(3)により求める。

$$k = \frac{f_c}{f_{CT}} \dots\dots\dots (3)$$

- (4) (3)による比率  $k$  を用いて、式(4)を圧縮強度評価式とする。

$$f_c = 1.224 \times 10^{-17} \times k \times V_p^{5.129} \dots\dots\dots (4)$$

なお、以上の方法は暫定推定強度とコア採取による圧縮強度試験結果との比率によって補正する方法であるが、差分によって補正する方法については参考文献8)に提案されている。

2.2 既設コンクリート構造物での弾性波伝搬速度の測定方法

(1) 既設コンクリート構造物での測定時の留意点

コンクリート構造物の圧縮強度を評価する場合での弾性波伝搬速度の測定状況を図3に示す。コンクリート表面で、同一面に弾性波の入力点と振動の測定点を設定し、弾性波の到達時刻を測定して、弾性波速度を測定する方法(以下、表面伝搬時間差法という)である。建設後43年が経過した既設コンクリート構造物の測定事例を図4に示す。この測定事例で



図3 弾性波伝搬速度の測定状況



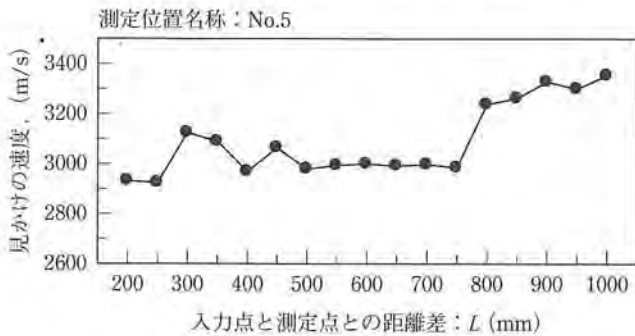
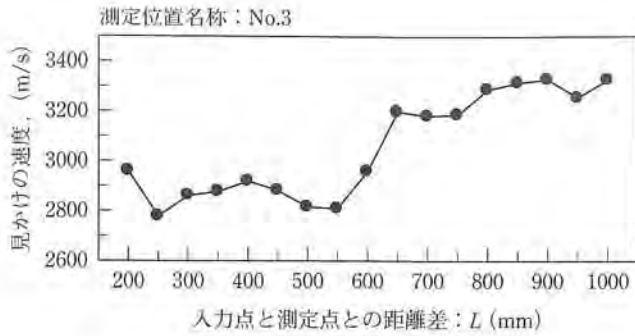


図4 表面伝搬時間差法の測定例

は、図3に示すとおり、弾性波の入力のタイミングを出力できる入力装置を使用し、入力点と測定点との距離差を200mmから1000mmまで変化させて伝搬時間差を測定した。このように測定した伝搬時間差から弾性波伝搬速度を計算する方法としては、入力点と測定点との距離差を測定した伝搬時間差で除する方法が一般的であり、規格化もされている<sup>9)</sup>。図4には、この方法により計算した速度を見かけの速度として示した。測定結果より、例えば、測定位置名称：No.3では、弾性波の入力点と振動の測定点との距離差200mmから600mmでは見かけの速度は2900m/s程度であるのに対して、距離差650mm以上では見かけの速度が速く変化していることが確認される。この変化の原因は、何らかの原因によって弾性波伝搬速度がコンクリート内部より表層部で遅くなるためである。既設コンクリート構造物では、このような現象が生じる可能性があり、参考文献9)に示される方法では、弾性波伝搬速度を正確に測定できない可能性があることに留意する必要がある。

(2) 検討されている測定方法

既往の研究<sup>7)</sup>で提案されている測定方法は、弾性波伝搬速度が内部より表層部で遅くなるコンクリートでは、弾性波は図5に示すスネルの法則に基づき伝搬するとの仮定に基づいたものである。この仮定では、弾性波の入力点と振動の測定点との距離差が近距離の場合では、受信点に最初に到達する振動は表面を伝搬した弾性波となる。これに対して、弾性波の入力点と振動の測定点との距離差が長くなると、伝搬速度の速い内部を経由した弾性波（以下、内部弾性波という）が受信点に最初に到達する振動となる。内部弾性波の伝搬速度は、弾性波の入力点と振動の測定点との距離差が内部弾性波の伝搬時間差が測定される距離（図4測定位置名称：No.3では $L = 650\text{mm} \sim 1000\text{mm}$ ）となる条件で伝搬時間差を測定する。この測定を弾性波の入力点と振動の測定点との距離差を変化させて複数点で実施する。各弾性波の入力点と振動の測定点との距離差と測定される伝搬時間差との式(5)に示す

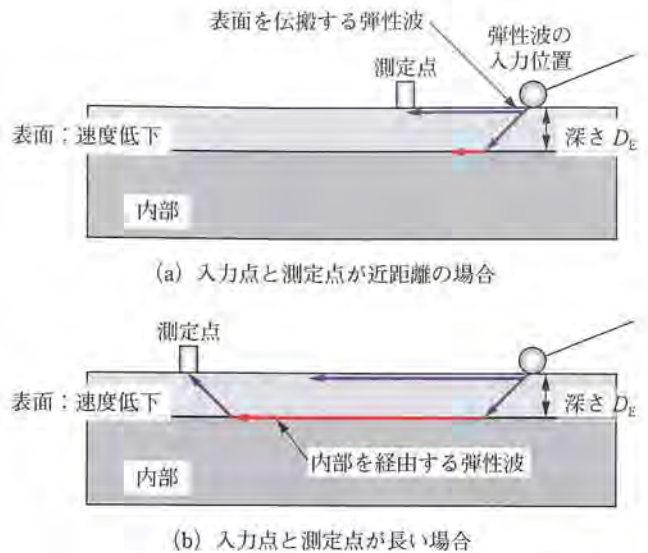


図5 表層部の弾性波伝搬速度が低下した構造物での弾性波の伝搬状況の模式図

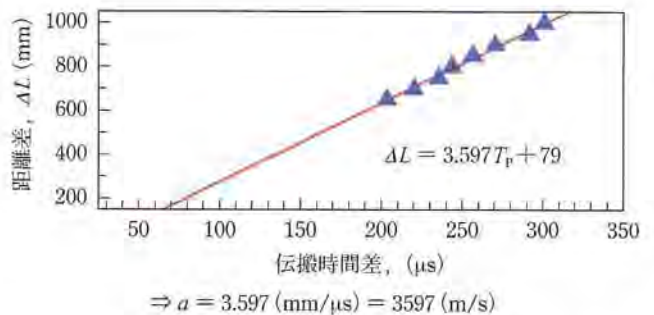


図6 表層部の弾性波伝搬速度が低下した構造物での弾性波伝搬速度の測定結果の例

関係式を、最小二乗法によって求め、係数 $a$ から弾性波伝搬速度を決定する。この測定例を図6に示す。

$$\Delta L = a \times T_p + b \quad \dots\dots\dots (5)$$

ここで、 $\Delta L$ は弾性波の入力点と振動の測定点との距離差、 $T_p$ は測定される伝搬時間差、 $a$ 、 $b$ は係数である。

2.3 検討されている評価方法の課題

2.1項に示す方法により、圧縮強度評価式を設定し、2.2項に示す方法により、既設コンクリート構造物で弾性波伝搬速度を測定すれば、圧縮強度を算出することができる。しかしながら、2.1項、2.2項ともに、測定結果を検証した事例数や理論的な根拠が不十分であるという課題がある。このことから、現状では、既設コンクリート構造物で提案される衝撃弾性波法による圧縮強度の評価方法は多くは採用されていない。

3. 圧縮強度評価式の設定方法の検証結果

3.1 検証目的

2.1項に記載した方法は（以下、提案法という）、コンクリートの圧縮強度と弾性波伝搬速度の関係式（指数関数）はコンクリートの配合や使用する材料によって変化するが、べき乗の係数は5.129から大きく変化しないとの考えに基づくものである。しかしながら、この考えに基づき圧縮強度評価式を設定し、圧縮強度の評価を行った場合での精度などは十分に



検証されていないという課題があった。そこで、過去に円柱供試体で測定した弾性波伝搬速度と圧縮強度の試験結果を利用して、提案法による圧縮強度推定式での推定誤差を確認し、提案法の妥当性を検証した。

### 3.2 検証方法

#### (1) 検証手順

使用材料、配合等が同一のコンクリートで作製した円柱供試体6本に対して、材齢約28日と材齢約91日（49日～70日の場合もある）に弾性波伝搬速度と圧縮強度の試験を実施した。なお、円柱供試体の本数は各材齢で3本である。この試験結果を利用して、以下の手順により圧縮強度を推定し、推定誤差を検証した。

- (1) 材齢約28日で測定した円柱供試体3本で、測定した弾性波速度から、式(2)により暫定推定強度 $f_{CT}$ を算出。
- (2) (1)により算出した暫定推定強度 $f_{CT}$ と円柱供試体での圧縮強度試験による圧縮強度 $f_c$ から式(3)により比率を算出。円柱供試体3本での平均値から比率 $k$ を決定。
- (3) 材齢約91日（49日～70日の場合もある）の円柱供試体で測定した弾性波伝搬速度から、式(4)により圧縮強度 $f_c$ を推定。
- (4) 式(4)による圧縮強度 $f_c$ と材齢約91日（49日～70日の場合もある）の円柱供試体での圧縮強度試験結果を比較。

検証に用いた円柱供試体のコンクリートの種類の内訳を表2に示す。計83種類の使用材料、配合（1配合あたり6本の円柱供試体）により検証した。

表2 検証に用いた円柱供試体のコンクリートの種類  
(セメント種類, 呼び強度別の数量)

呼び強度 \ セメント種類	N	BB	H	L	計
18	0	1	0	0	1
21	0	1	0	0	1
24	4	31	1	2	38
27	2	9	0	1	12
30	8	0	2	1	11
36	2	0	7	0	9
40	2	0	5	0	7
50	2	0	2	0	4
計	20	42	17	4	83

#### (2) 検証結果

円柱供試体で弾性波伝搬速度を測定した結果から推定した圧縮強度と、圧縮強度試験結果との比較を図7に示す。図7より、提案法による圧縮強度評価式により、概ね±15%の範囲内で圧縮強度を推定できることが確認される。次に、圧縮強度評価式の設定に用いた材齢約28日の圧縮強度から、圧縮強度を推定した材齢約91日までに、圧縮強度がどの程度変化したのかを両者の商から算出し（これを強度変化率という）、誤差との関係を調べた。この結果を図8に示す。図8より、強度変化率と誤差に相関関係は確認されない。また、今回の強度変化率は最大で1.5程度となった。つまり、今回の結果では、圧縮強度評価式の設定に用いたコンクリートから圧縮強度が50%程度異なるコンクリートに対しても、精度に変化がなく、提案法による圧縮強度評価式により、圧縮強

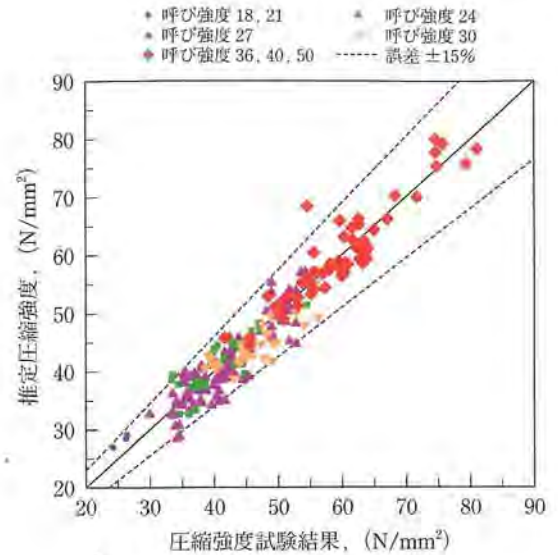


図7 圧縮強度推定結果と圧縮試験結果との比較

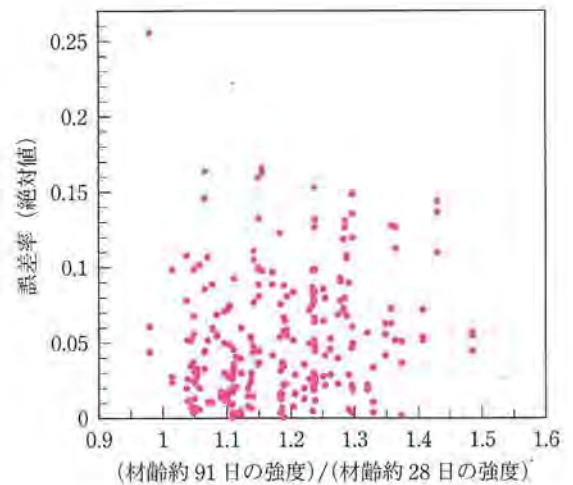


図8 推定誤差と強度変化率の関係

度を推定できるといえる。また、誤差が25%となったコンクリートは、強度変化率が1以下と材齢約91日の圧縮強度が材齢約28日の圧縮強度よりも低下するコンクリートである。提案法よりも、円柱供試体の養生方法等に問題があったと考えられる。

### 3.3 検証結果のまとめ

今回の検証結果から、提案法による圧縮強度評価式の設定に問題は無いと考えられる。具体的には、既設コンクリート構造物でコアを数本採取して圧縮強度試験を実施することにより、圧縮強度評価式を設定できると考えられる。また、任意の箇所でも弾性波伝搬速度を測定すれば、コアを採取したコンクリートから圧縮強度が50%程度異なる箇所であっても、使用材料、配合等が同一であれば、圧縮強度を±15%程度の誤差の範囲内で推定できると期待される。ただし、今回の検証は、使用材料、配合等が同一のコンクリートでの材齢変化に伴う強度変化の関係を利用した検証である。このことから、試験対象の既設コンクリート構造物で、圧縮強度を評価する箇所の配合等が、コアを採取したコンクリートから変化している場合の精度については未確認である。今後は、水セメント比の変化に伴う強度変化の関係を確認し、同様の検証を行うことを計画している。



## 4. 既設コンクリート構造物での弾性波伝搬速度測定方法の検証結果

### 4.1 検証目的

2.2項に記載した測定方法は、弾性波伝搬速度が内部より表層部で遅くなるコンクリートでは、弾性波は図5に示すスネルの法則に基づき伝搬するとの仮定に基づいたものである。しかし、弾性波伝搬速度が表層部と内部で変化する条件や、コンクリート表面からの深さによってどのように変化するか、これらの検討は不十分であった。特に、弾性波伝搬速度を表層部および内部の2種類だけで想定しているが、表面側から徐々に変化することも考えられる。これらの課題を検証するため、材齢12年が経過した供試体を用いて、様々な試験結果と比較する実験を行い、弾性波伝搬速度の測定方法を検討した。

### 4.2 実験内容

使用した供試体の概要を表3に、外観を図9に示す。設計厚さ300mm、呼び強度45の薄壁と設計厚さ600mm、呼び強度18の厚壁を実験対象とした。この供試体で表面伝搬時間差法による測定を行った。また、コアを採取して表4に示す複数の試験をコンクリート表面からの深さを変化させて実施した。

表3 使用した供試体の概要

供試体名称	設計厚さ	コンクリート
ボックス供試体	薄壁	45-12-20N
	厚壁	18-8-20N



図9 ボックス供試体の外観状況。

表4 採取したコアでの試験内容

採取コア	測定位置	測定内容	
		測定値	試験手法
φ150mm	コアの側面	深さごとの弾性係数の指標値	反発度法 反発速度比法
		深さごとの硬さの指標値	接触時間法
	コアの切断	深さごとの弾性波伝搬速度	衝撃弾性波法
		深さごとの透気係数	トレント法
		深さごとの吸収率	JIS A 1110
		深さごとの細孔量	水銀圧入法
φ25mm	コアの切断	深さごとの圧縮強度	小径コア法

### 4.3 実験結果

#### (1) 採取したコアでの試験結果

各試験手法の測定値をコンクリート表面からの深さ位置ごとに示した結果を図10に示す。なお、縦軸に示した各測定値は、水銀圧入法による細孔容積を除いて、コンクリートが良好な状態を示すものが上側に表示されている。また、横軸に示したコンクリート表面からの深さ位置とは、各試験を実施した平均の深さである。弾性波伝搬速度に着目すると、薄壁の深さ25mmの結果を除けば、1) 呼び強度45の薄壁は、呼び強度18の厚壁よりも大きい。2) 薄壁は表層部と内部で大きな差が生じていない。3) 厚壁は外面側、内面側の両表層部と内部で大きな差が生じている。以上1)～3)の傾向が確認される。この1)～3)と同じ傾向は、弾性係数の指標値となる反発速度比<sup>11)</sup>、測定面近傍の硬さの指標値となる接触時間<sup>12)</sup>、緻密性を示す透気係数<sup>13)</sup>や吸水率でも確認される。また、水銀圧入法では、薄壁は表層部と内部で変化は無いが、厚壁は表層部50mm以上の容積量が大きくなり疎の状態であるが、内部ではこの容積量が小さくなっている。前述の1)～3)と同じ傾向である。

以上の結果より、圧縮強度がある程度以下(今回は呼び強度18、小径コア法による強度が20N/mm<sup>2</sup>程度以下)のコンクリートでは、表層部と内部で弾性係数、硬さ、緻密性に差が生じることにより、表層部の弾性波伝搬速度が内部よりも小さくなると考えられる。また、これらの変化が生じている表面からの深さは50mm程度であると考えられる。なお、反発度と小径コアによる圧縮強度は表層と内部で大きな差は確認されなかったが、これは、これらの試験は局所的な結果を反映しないことが考えられる。

#### (2) 弾性波伝搬速度の測定方法の検討結果

表面伝搬時間差法により、入力点と測定点との距離差を200mmから1000mmまで変化させて伝搬時間差を測定した。各距離差で参考文献9)により計算した見かけの速度を図11に示す。なお、図11には、多重反射の周波数特性を利用して測定した弾性波伝搬速度<sup>14)</sup>(以下、多重反射速度という)の測定結果も示した。図11より、表層部と内部でコンクリートの性状に変化が確認されなかった薄壁では、入力点と測定点との距離差300mm以上で見かけの速度と多重反射速度が概ね一致している。表層部と内部にコンクリートの性状に変化が確認されないコンクリートでは、既設であっても、参考文献9)に規定されている方法により、圧縮強度の評価に適した弾性波伝搬速度を測定できると考えられる。

一方、表層部の弾性波伝搬速度が内部よりも小さくなった厚壁では、見かけの速度は入力点と測定点との距離差によって異なり、また、多重反射速度よりも大きく低下した。この結果から、2.2項に記載した方法で弾性波伝搬速度を決定すると3483m/sとなった。多重反射速度との誤差は3%となった。なお、内部弾性波の伝搬時間差が測定される距離差は500mm～1000mmであると判断した。ただし、多重反射速度とほぼ一致する弾性波伝搬速度が得られることが、圧縮強度の評価に適した弾性波伝搬速度が得られていることであると判断できない。この理由は、図10より、弾性波伝搬速度は表層部で遅く、表面側から徐々に変化して、内部で速くなるが、多重反射速度はこれらの平均的な速度である。これに対して、圧縮強度を評価する場合は、表層部の影響を除去した、内部のみの弾性波伝搬速度から評価することが妥当であると考えられることによる。2.2項



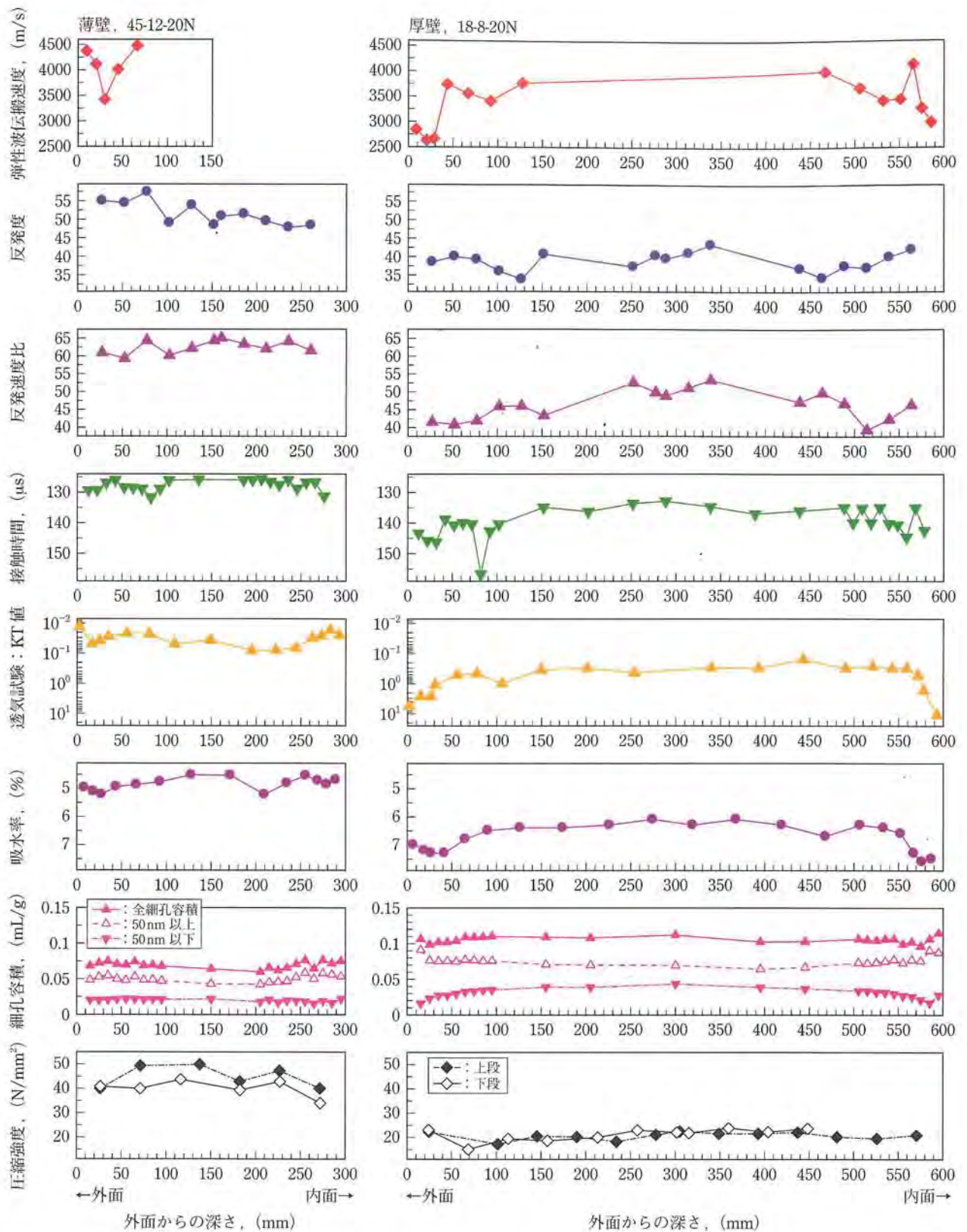


図10 コンクリート表面からの深さごとの各試験結果

に記載した方法は、多重反射速度とほぼ一致したことから、表層部の影響が除去されていない速度が算出されており、圧縮強度評価には適していないと判断される。2.2項に記載した方法は、弾性波伝搬速度を表層部および内部の2種類だけで想定しているが、図10より、実際には弾性波伝搬速度は表面側から徐々に変化しており、この不一致によると考えられる。

これに対して、弾性波伝搬速度はコンクリート表面から内

部へ徐々に変化しているとの想定に基づく解析方法が提案されている<sup>15)</sup>。この解析結果により、深さごとの速度の変化を求めた結果を図12に示す。図12には、図10のコアでの実測値も示したが、両者は概ね一致する結果となった。圧縮強度の評価には、このような深さごとに速度が変化する性質を利用することが有効であると考えられる。今後は、この測定方法について、検討していきたい。



## 参考文献

- 1) 日本コンクリート工学会:コンクリート診断技術'12〔基礎編〕, pp.95-107, (2012)
- 2) 土木学会:2010年制定コンクリート標準示方書〔規準編〕硬化コンクリートのテストハンマー強度の試験方法(案)(JSCE-G504-2007), p.283, (2010)
- 3) NDIS 2426-2:2014:コンクリートの非破壊試験—弾性波法—第2部:衝撃弾性波法 附属書D(参考)新設コンクリート構造物におけるコンクリート圧縮強度評価方法, 日本非破壊検査協会, pp.19-27, (2014)
- 4) 土木研究所, 日本非破壊検査協会:非破壊・微破壊試験によるコンクリート構造物の検査・点検マニュアル, 大成出版社, pp.293-295, (2010)
- 5) 国土交通省大臣官房技術調査課:微破壊・非破壊試験によるコンクリート構造物の強度測定要領, (2012)
- 6) 前掲載2), pp.71-73
- 7) 岩野聡史, 森濱和正, 渡部 正:衝撃弾性波法と微破壊試験の併用による構造体コンクリートの圧縮強度推定方法の提案, 土木学会論文集E2, 69(2), pp.138-153, (2013)
- 8) 日本建築学会:鉄筋コンクリート造建築物の品質管理および維持管理のための試験方法, CTM-16 反発度法, 超音波法及びその複合法による構造体コンクリートの強度推定のための非破壊試験方法(案), 日本建築学会 鉄筋コンクリート造建築物の品質管理および維持管理のための試験方法, pp.423-424, (2007)
- 9) 参考文献3)の附属書A(規定)伝搬時間差を利用した弾性波伝搬速度の測定方法, 日本非破壊検査協会, pp.4-8, (2014)
- 10) 参考文献8)の附属書 強度推定式の作成方法(案), 日本建築学会 鉄筋コンクリート造建築物の品質管理および維持管理のための試験方法, p.425, (2007)
- 11) 濱崎 仁, 和久田裕樹, 本橋健司, 藤原貴史:反発速度比式ハンマーのコンクリートの強度推定への適用性についての実験的検討, 日本非破壊検査協会平成26年度春季講演大会講演概要集, pp.23-26, (2014)
- 12) 渡辺 健, 岩野聡史, 境 友昭, 大島義信:コンクリート表層品質に関する試験方法と規格, 非破壊検査, 64(9), pp.451-456, (2015)
- 13) コンクリート技術シリーズ No.97 構造物表層のコンクリート品質と耐久性性能検証システム研究小委員会(JSCE335委員会)第二期成果報告書およびシンポジウム講演概要集, 土木学会, pp.137-146, (2012)
- 14) 参考文献3)の附属書B(規定)多重反射の周波数特性を利用した弾性波伝搬速度の測定方法, 日本非破壊検査協会, pp.9-12, (2014)
- 15) 例えば, 土木研究所, 日本非破壊検査協会:超音波試験(土研法)による新設の構造体コンクリート強度測定要領(案), pp.10-11, (2006)

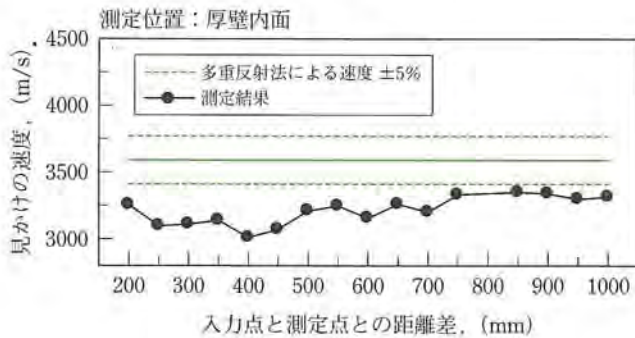
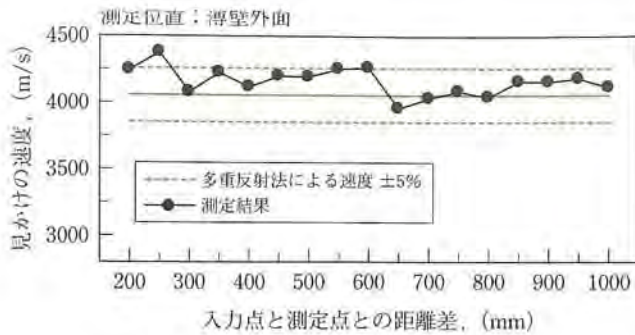


図11 表面伝搬時間差法の測定結果

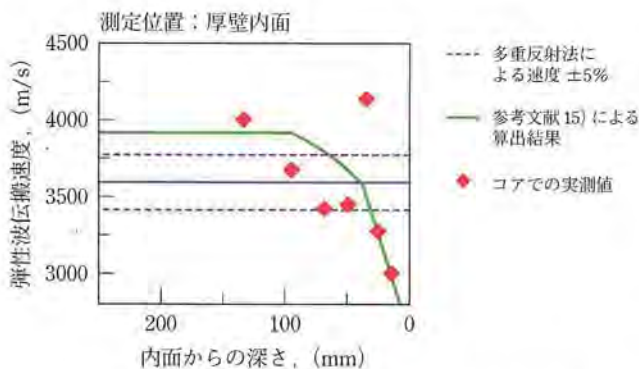


図12 参考文献15)による推定結果と実測値との比較

## 5. まとめ

衝撃弾性波法による既設コンクリート構造物の圧縮強度の評価方法を確立するには、圧縮強度評価式の設定方法、弾性波伝搬速度の測定方法、これらの課題がある。本稿に示したとおり、これまでの委員会活動で、一定の成果が得られている。しかしながら、試験方法の適用範囲、精度、手順を明確にするには、引き続き検討が必要であると考えられる。衝撃弾性波法研究委員会の第二期での課題として取り組んでいきたい。



岩野 聡史 リック(株)(143-0004 東京都大田区昭和島2-4-3) 技術研究所  
1994年入社以降、衝撃弾性波法によるコンクリート構造物の非破壊試験に関する研究に従事。現在当協会では、RC部門、NDIS原案作成委員会、衝撃弾性波法研究委員会の幹事として活動中。また、コンクリート構造物の現場調査業務にも携わっている  
URL: <http://www.ri-k.co.jp/>



渡辺 健 徳島大学(770-8506 徳島市南常三島町2-1) 大学院理工学研究部 准教授  
現在当協会では、NDIS原案作成委員会、衝撃弾性波法研究委員会等にて活動中。専門はコンクリート工学。博士(工学)