ダウンロード版

SIA-T-06

iTECS

iTECS 法 規格

試験：06

構造体コンクリートの圧縮強度の試験方法

SIA－T－06

令和 6 年 5 月制定

一般社団法人 iTECS 技術協会

ダウンロード版

iTECS 技術協会 規格制定委員会構成表

	氏　名	所　属
（委 員 長）	岩野　聡史	リック株式会社
（副委員長）	高橋　　功	計測技研株式会社
（委　　員）	遠藤　勇次	株式会社東洋計測リサーチ
	久保　元樹	日東建設株式会社
	斉藤　昌稔	株式会社建材サービスセンター
	佐藤美穂子	福美建設株式会社
	島田　浩司	オリジナル設計株式会社
	庄司宗一郎	株式会社タイシン
	炭谷　浩一	株式会社大進コンサルタント
	細野　恭成	株式会社アイペック
	森　　清根	株式会社土谷組
	山下健太郎	株式会社東洋計測リサーチ
	山田祥太郎	ＡＣ構造検査株式会社
	村田　康年	株式会社プラグレス

１．適用範囲

構造体コンクリートの圧縮強度を，iTECS 法による弾性波速度の測定結果に基づき，強度推定式を用いて試験する方法について規定する。

適用できるコンクリート構造物は，測定される iTECS 法による弾性波速度が 3500m/s 程度以上となる，かつ，以下の何れかの条件を満足することにより強度推定式を作成できるコンクリート構造物とする。

・配合及び材料が同一のコンクリートで作成した強度推定式が存在する。
・配合及び材料が同一のコンクリートによる強度試験用供試体が作製できる。
・配合及び材料が同一のコンクリートによる強度試験用供試体が存在する。
・iTECS 法により弾性波速度を測定した位置で圧縮強度試験用のコアを採取できる。

【解説】

a)本規格の適用範囲について

iTECS 法による構造体コンクリートの圧縮強度の試験方法については，iTECS 法規格：試験 01 新設コンクリート構造物の圧縮強度試験方法が制定されている。この規格の適用範囲は新設構造物の構造体コンクリートに限定されている。これに対して，本規格の適用範囲は新設構造物に限定することなく，本文に規定された条件を満足することにより強度推定式を作成できるコンクリート構造物としている。

b)強度推定式の作成方法について

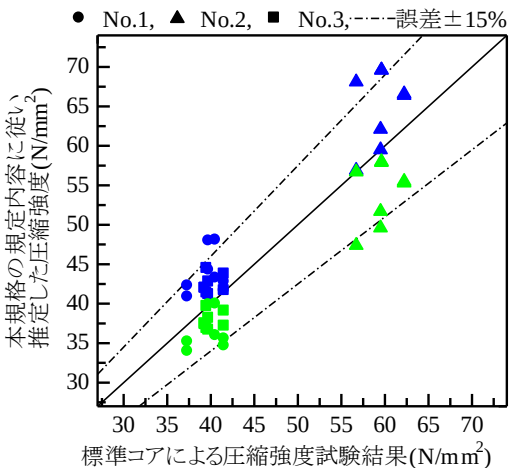
本規格は，本文に規定された条件を満足することにより強度推定式を作成できるコンクリート構造物を適用範囲としている。強度推定式の作成方法は本規格で規定している。既往の研究等で iTECS 法による強度推定式が提案されている場合もあるが，強度推定式は本規格の規定どおりに作成しなければならない。

c)測定される iTECS 法による弾性波速度が 3500m/s 程度以上について

コンクリート表面をインパクターで打撃したときに，インパクターと接触した表面が大きく変形する場合など，コンクリート表面が脆弱化している場合は，内部を伝搬する弾性波の速度を正確に測定することはできない。この様なコンクリートは適用範囲外となる。コンクリート表面がある程度以上の硬さを持つことが適用条件となることから，「測定される iTECS 法による弾性波速度が 3500m/s 程度以上」と規定した。

d)本法による圧縮強度の推定精度について

本法については，（一社）日本非破壊検査協会 鉄筋コンクリート構造物の非破壊試験部門内に設置された委員会活動等により，精度が検証されてきた。その一例を**解説図 1** に示す。本法で推定した圧縮強度と標準コアによる圧縮強度の試験結果とを比較すると，概ね±15%以内の差であった。



解説図1　本法による推定精度

２．引用規格

次にあげる規格は，この試験方法に引用されることによって，この試験方法の一部を構成する。これらの引用規格は，その最新版（追補を含む。）を適用する。

・iTECS 法規格：試験 00 iTECS 法で使用する装置の定期点検方法
・iTECS 法規格：測定 01 多重反射による 1 次共振周波数の測定方法
・iTECS 法規格：測定 02 弾性波の伝搬時間差の測定方法および伝搬時間差による弾性波速度の測定方法
・iTECS 法規格：試験 01 新設コンクリート構造物の圧縮強度試験方法
・JIS A 1108 コンクリートの圧縮強度試験方法
・NDIS 3424 ボス供試体の作製方法及び試験方法
・NDIS3439 コンクリートからの小径コアの採取方法.及び小径コア供試体を用いた圧縮強度試験方法

３．用語及び定義

(1) iTECS 法による弾性波速度

「iTECS 法規格：測定 01 多重反射による 1 次共振周波数の測定方法」又は「iTECS 法規格：測定 02 弾性波の伝搬時間差の測定方法および伝搬時間差による弾性波速度の測定方法」の規定内容に従い，iTECS 技術者が測定した弾性波速度。

(2) 強度推定式

iTECS 法による弾性波速度の測定結果から圧縮強度を推定する式。

(3) 採取コア

強度推定式を作成するために，試験対象の構造体コンクリートの弾性波速度の測定箇所から採取したコア。

(4) 強度試験用供試体

「JIS A 1108 コンクリートの圧縮強度試験方法」又は「NDIS 3424 ボス供試体の作製方法及び試験方法」等の圧縮強度試験が適用でき，圧縮強度を測定できる供試体。

(5) 強度試験用供試体の圧縮強度試験

作製した強度試験用供試体に対して，強度推定式を作成するために，「JIS A 1108 コンクリートの圧縮強度試験方法」又は「NDIS 3424 ボス供試体の作製方法及び試験方法」により実施される試験。

(6) 採取コアの圧縮強度試験

採取コアに対して「JIS A 1108 コンクリートの圧縮強度試験方法」又は「NDIS3439 コンクリートからの小径コアの採取方法及び小径コア供試体を用いた圧縮強度試験方法」により実施される試験。

(7) 配合及び材料が同一のコンクリート

試験対象の構造体コンクリートと使用材料，配（調）合などが同じコンクリート。

(8) 測定距離差

「iTECS 法規格：測定 02 弾性波の伝搬時間差の測定方法および伝搬時間差による弾性波速度の測定方法 **３．伝搬時間差の測定方法**」における，打撃点から受信センサー1 までの距離と打撃点から受信センサー2 までの距離の差。インパクターに入力波形が記録できるインパルスハンマーを使用する場合は打撃点から受信センサー2 までの距離。

(9)内部を経由する弾性波

試験対象のコンクリートおいて，コンクリート表面から弾性波を入力したときに，コンクリート表面よりも弾性波速度が大きいコンクリート内部を経由して，受信センサーにもっとも早く到達する弾性波。**図 1** 参照。

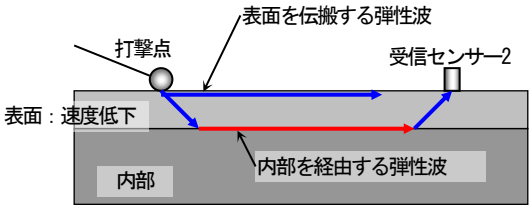


図 1 コンクリート中を伝搬する弾性波の模式図

【解説】

(1)について

コンクリートの弾性波速度を非破壊試験により測定する方法には様々な方法がある。測定される弾性波速度は各試験方法の特徴を反映することから，測定方法によって変化することとなる。本規格では様々な場面で弾性波速度を測定するが，これらの弾性波速度は iTECS 法により iTECS 技術者が測定した弾性波速度でなければならない。これを明確にするため，「iTECS 法による弾性波速度」を定義した。なお，iTECS 技術者とは（一社）iTECS 技術協会（当協会）が認証するレベル I 以上の技術者である。

(7)について

夏期配合，冬期配合，標準配合などの違いにより混和剤のみが変化する場合なども「配合及び材料が同一のコンクリート」とはならない。

４．測定装置

「iTECS 法規格：測定 01 多重反射による 1 次共振周波数の測定方法 **２．測定装置**」および「iTECS 法規格：測定 02 弾性波の伝搬時間差の測定方法および伝搬時間差による弾性波速度の測定方法 **２．測定装置**」を満足する試験機器を使用する。

【解説】

インパクターは構造体コンクリートでは質量 18g 程度のインパルスハンマー又は鋼球（φ10mm 又はφ15mm），φ50mm～φ100mm 以下の採取コア又は円柱供試体ではφ10mm の鋼球，φ100mm 程度の採取コア又は円柱供試体では質量 18g 程度のインパルスハンマー又はφ10mm の鋼球，φ125mm 程度

の円柱供試体では質量 18g 程度のインパルスハンマー又はφ15mm の鋼球が推奨される。

弾性波速度を多重反射法により測定する場合は，インパクターの接触時間によって弾性波の入力波長が変化し，測定結果に影響を及ぼす。従って，測定対象の採取コア又は円柱供試体の長さによって，インパクターの接触時間，つまり，インパルスハンマーの重さや鋼球の直径を適切に設定する必要がある。上記のインパクターは過去の実績により，安定して測定できることが確認されている。

５．装置の点検

(1)定期点検

装置は「iTECS 法規格：試験 00 iTECS 法で使用する装置の定期点検方法」の規定内容に従い，定期的に点検する。

(2)始業前，終業後の点検

測定開始前，終了後には，装置が正常に作動していることを確認する。

(1)について，(2)について

点検方法の詳細については，「iTECS 法規格：試験 00 iTECS 法で使用する装置の定期点検方法」に示す手順とする。

６．圧縮強度の試験方法の手順

本規格によるコンクリート構造物におけるコンクリートの圧縮強度試験の手順及び本規格の章構成を**図 2** に示す。強度推定式の作成及び構造体コンクリートの弾性波速度の測定から構成されている。

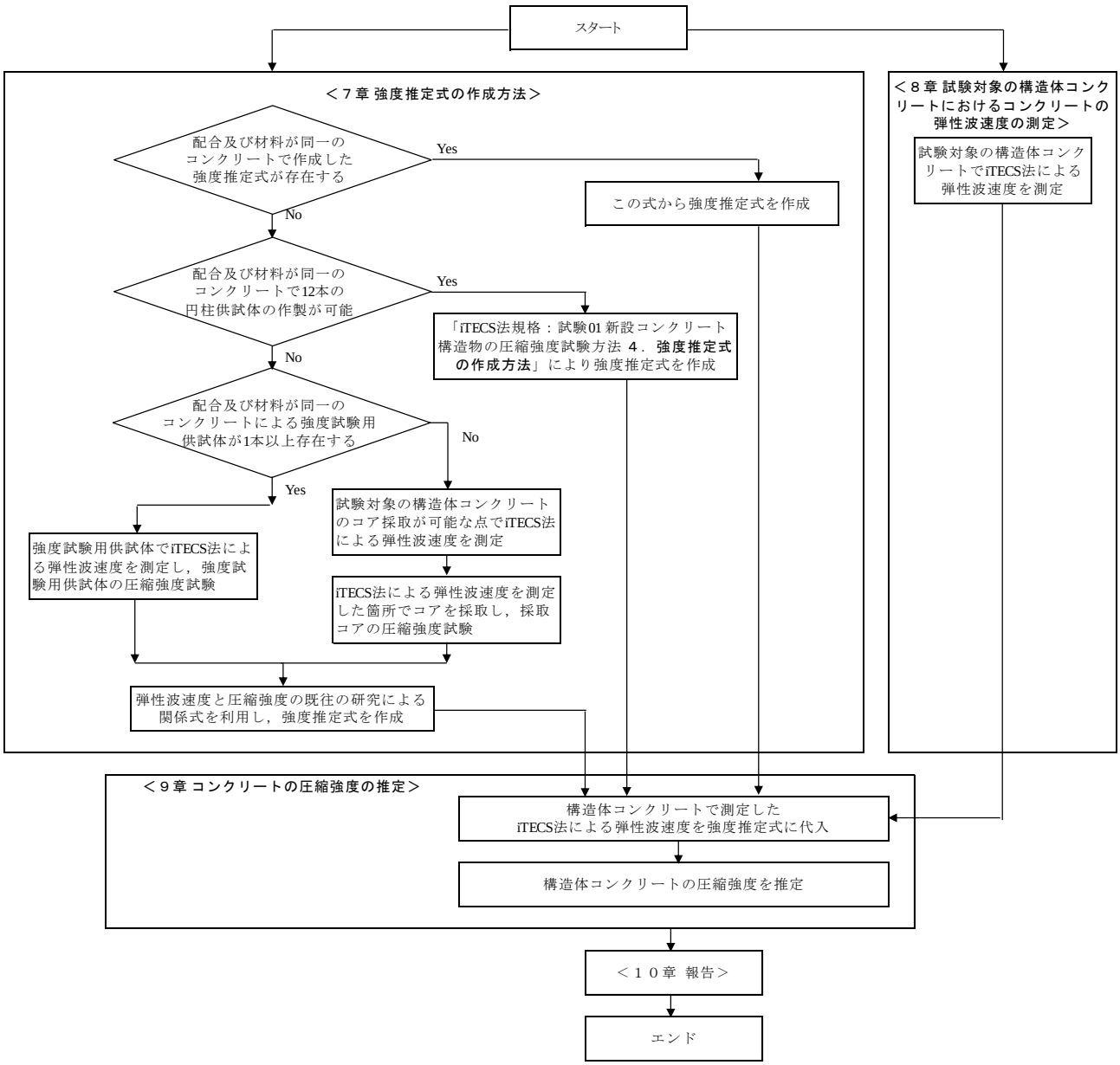


図 2 圧縮強度試験の流れ

【解説】

強度推定式の作成方法は，試験依頼者等の試験目的，要求される試験精度などから試験実施者が判断して，**図 2** のフロー図から変更しても良い。具体例として，過去に配合及び材料が同一のコンクリートで強度推定式を作成した場合であっても，iTECS 法による弾性波速度を測定した位置で圧縮強度試験用のコアを採取する方法を採用しても良い。

７．強度推定式の作成方法

(1)強度推定式の作成方法の選択

配合及び材料が同一のコンクリートで作成した強度推定式が存在する場合は，この式を強度推定式とすることができる。配合及び材料が同一のコンクリートで 12 本の円柱供試体の作製が可能な場合は，「iTECS 法規格：試験 01 新設コンクリート構造物の圧縮強度試験方法 **４．強度推定式の作成方法**」により強度推定式を作成することができる。配合及び材料が同一のコンクリートによる強度試験用の供試体が 1 本以上存在する場合は，**(2)強度試験用供試体による強度推定式の作成**により強度推定式を作成することができる。その他の場合は，**(3)採取コアによる強度推定式の作成**により強度推定式を作成することができる。

(2)強度試験用供試体による強度推定式の作成

以下の①～③の手順に従い，強度推定式を作成する。

①強度試験用供試体の弾性波速度の測定

強度試験用供試体の弾性波速度を以下 1)～3)の手順により測定する。

1)強度試験用供試体の高さの計測

強度試験用供試体の高さをノギス等により，有効数字 4 桁で読む。

2)強度試験用の高さ方向に内部を多重反射する弾性波の 1 次共振周波数の測定

「iTECS 法規格：測定 01 多重反射による 1 次共振周波数の測定方法 **３．多重反射による 1 次共振周波数の測定方法**」により，強度試験用試体の高さ方向に多重反射する弾性波の 1 次共振周波数を測定する。

3)弾性波速度の決定

2)で測定した周波数と 1)で計測した強度試験用供試体の高さから弾性波速度を式(1)により有効数字 3 桁で測定する。

$$V_{\mathrm{P}} = 2 \cdot L \cdot f_0 \qquad \text{式(1)}$$

ここで，V_{P}：弾性波速度(m/s)，L：強度試験用供試体の高さ(m)，f_0：強度試験用供試体の高さ方向に多重反射する弾性波の 1 次共振周波数(Hz)である。

②強度試験用供試体の圧縮強度試験による圧縮強度の測定

「JIS A 1108 コンクリートの圧縮強度試験方法」又は「NDIS 3424 ボス供試体の作製方法及び試験方法」等による圧縮強度試験により強度試験用供試体の圧縮強度を測定する。

③強度推定式の作成

①で測定した弾性波速度と②で測定した強度試験用供試体の圧縮強度を式(2)に代入し，係数 β を算出する。

$$\beta = \frac{f_{\mathrm{C}}}{V_{\mathrm{P}}^{5.129}} \qquad \text{式(2)}$$

ここで，β：係数，V_{P}：弾性波速度(m/s)，f_{C}：圧縮強度(N/mm^2)である。強度推定式は算出した係数 β を用いて式(3)となる。

$$f_C = \beta \cdot V_P^{5.129} \qquad 式(3)$$

(3)採取コアによる強度推定式の作成

以下の①～④の手順に従い，強度推定式を作成する。

①コア採取位置の構造体コンクリートの弾性波速度の測定

試験対象の構造体コンクリートにおいて，コア採取が可能な点で「**８．試験対象の構造体コンクリートにおけるコンクリートの弾性波速度の測定**」により弾性波速度を測定する。

②コアの採取

①の弾性波速度の測定点からコアを採取する。採取するコアの直径及び長さは③の圧縮強度試験方法から判断する。

③採取コアの圧縮強度試験による圧縮強度の測定

「JIS A 1108 コンクリートの圧縮強度試験方法」又は NDIS3439 コンクリートからの小径コアの採取方法及び小径コア供試体を用いた圧縮強度試験方法」等による圧縮強度試験により採取コアの圧縮強度を測定する。

④強度推定式の作成

①で測定した弾性波速度と③で測定した採取コアの圧縮強度を式(2)に代入し，係数 β を算出する。強度推定式は算出した係数 β を用いて式(3)となる。

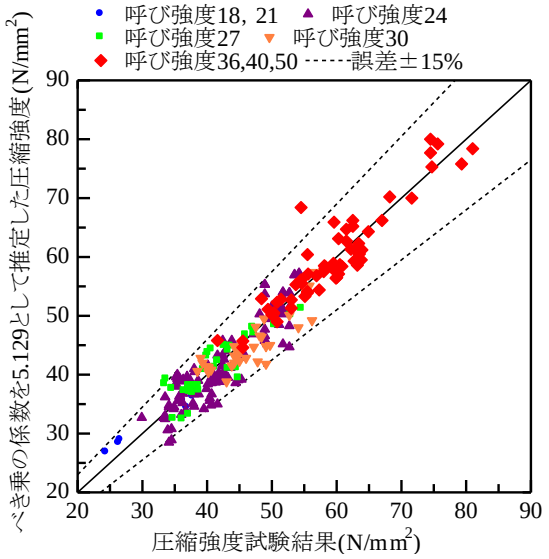
【解説】

(1)について

６章の【解説】での記載事項を参考にされたい。

(2)，(3)での係数 5. 129 について

強度推定式は式(3)に示される指数関数となる。この指数関数のべき乗の係数は「iTECS 法規格：試験 01 新設コンクリート構造物の圧縮強度試験方法」では複数の円柱供試体で弾性波速度と圧縮強度を測定し，最小二乗法により求めることを規定している。これに対し，本規格は測定により求めるのではなく，一定値 5.129 とする方法を規定している。この一定値 5.129 は，既往の研究で 66 種類の配合のコンクリートで測定した弾性波速度と圧縮強度の測定結果から最小二乗法により求めた値である。既往の研究では，さらに，強度推定式のべき乗の係数はコンクリートの配合や材料が変化しても大きく変化しないことを確認している。その一例を**解説図 2** に示す。**解説図 2** は，強度推定式のべき乗の係数を 5.129 とし，円柱供試体で測定した iTECS 法による弾性波速度から推定した圧縮強度と，圧縮強度の試



解説図2　本法による推定精度

験結果とを比較した結果である。両者の差は±15%以内であり，強度推定式のべき乗の係数を一定値5.129としても推定精度に影響しないことが確認される。

(3)での弾性波速度の測定方法について

(3)での弾性波速度の測定方法は，コア採取位置の構造体コンクリートで測定する方法を規定している。つまり，採取したコアで弾性波速度を測定しないことを要求している。これは，コアで測定される弾性波速度はコアの直径と長さとの比によって変化すること，試験対象の構造体コンクリートと同一の方法で弾性波速度を測定した方が精度の向上が期待されること，これらによるものである。

８．試験対象の構造体コンクリートにおけるコンクリートの弾性波速度の測定

(1) iTECS 法による弾性波速度の測定方法の選択

構造体コンクリートの各測定点において，以下の①～③の手順に従い，各測定点のコンクリートの表面と内部での弾性波速度の差の有無を判断して，iTECS 法による弾性波速度の測定方法を選択する。

①弾性波の伝搬時間差の測定

「iTECS 法規格：測定 02 弾性波の伝搬時間差の測定方法および伝搬時間差による弾性波速度の測定方法 **３．伝搬時間差の測定方法**」により，測定距離差が 300mm から 100mm 間隔で 1000mm までとなる 8 点での弾性波の伝搬時間差を測定する。

②各測定距離差での弾性波速度の測定

①の各測定距離差 8 点で測定した弾性波の伝搬時間差と測定距離差から弾性波速度を算出する。

③各測定点の iTECS 法による弾性波速度の測定方法の選択

②で算出した各測定距離差 8 点での iTECS 法による弾性波速度を比較し，測定距離差が変化しても算出される弾性波速度が変化せずに，概ね±2%の範囲内で変動する場合は**(2)表面と内部で弾性波速度に差が生じていないコンクリートでの iTECS 法による弾性波速度の測定方法**により構造体コンクリートにおける iTECS 法による弾性波速度を測定する。複数の測定距離差で算出される弾性波速度が測定距離差 300mm での弾性波速度から 2%以上大きくなり，かつ，測定距離差と算出される弾性波速度との間に正の相関関係が確認される場合は，**(3)表面の速度が低下しているコンクリートでの iTECS 法による弾性波速度の測定方法**により構造体コンクリートにおける iTECS 法による弾性波速度を測定する。

(2)表面と内部で弾性波速度に差が生じていないコンクリートでの iTECS 法による弾性波速度の測定方法

各測定点において，以下の①～②の手順に従い，各測定点の弾性波速度を測定する。

①各測定距離差での平均値の算出

構造体コンクリートの各測定点において，(1)で測定した各測定距離差 8 点での弾性波速度の加算平均値を算出する。

②各測定点の弾性波速度の決定

(1)で測定した各測定距離差8点での弾性波速度のうち，①の加算平均値±2%以内の弾性波速度を平均化処理し，四捨五入によって有効数字 4 桁に丸めた弾性波速度を各測定点での弾性波速度とする。

(3)表面の速度が低下しているコンクリートでの iTECS 法による弾性波速度の測定方法

構造体コンクリートの各測定点において，以下の①～④の手順に従い，各測定点の iTECS 法による弾性波速度を測定する。

①弾性波の伝搬時間差の測定

「iTECS 法規格：測定 02 弾性波の伝搬時間差の測定方法および伝搬時間差による弾性波速度の測定方法 **３．伝搬時間差の測定方法**」により，測定距離差が 300mm から 50mm 間隔で 1000mm までとなる 15 点での弾性波の伝搬時間差を測定する。なお，(1)で測定した各測定距離差 8 点での弾性波の伝搬時間差を測定結果として用いることができる。

②各測定距離差での弾性波速度の測定

①の各測定距離差 15 点で測定した弾性波の伝搬時間差と伝搬時間差の測定距離差から弾性波速度を算出する。

③各測定距離差の弾性波速度の比較による内部を経由する弾性波が測定された測定距離差の判断

(1)で測定した各測定距離差 8 点での弾性波速度及び②で算出した各測定距離差 7 点での弾性波速度と測定距離差 300mm での弾性波速度とを比較する。測定される弾性波速度が測定距離差 300mm での弾性波速度よりも 2%以上大きくなり，かつ，測定距離差と算出される弾性波速度との間に正の相関関係か確認される測定距離差では，内部を経由する弾性波が測定されたと判断する。

④内部を経由する弾性波が測定される測定距離差と弾性波の伝搬時間差との関係式の算出

弾性波の伝搬時間差を測定した(1)の 8 点及び①の 7 点のうち，③で内部を経由する弾性波が測定されたと判断された測定距離差とこれらの測定距離差での弾性波の伝搬時間差との式(4)に示す関係式の係数 a 及び b を最小二乗法により算出する。

$$L = a \cdot T_{\mathrm{P}} + b \qquad \text{式(4)}$$

ここで，L：測定距離差(m)，T_{P}：弾性波の伝搬時間差(s)，a 及び b：係数である。

⑤弾性波の伝搬時間差の測定結果の異常値の棄却処理及び関係式の再算出

③で内部を経由する弾性波が測定されたと判断された測定距離差と④で算出した係数 a 及び b を式(4)に代入し，弾性波の伝搬時間差 T_{P} を算出する。各測定距離差で測定された弾性波の伝搬時間差と式(4)による弾性波の伝搬時間差 T_{P} の差が大きい場合は，この測定距離差で測定された弾性波の伝搬時間差を棄却し，再度式(4)に示す関係式の係数 a 及び b を最小二乗法により算出する。なお，測定距離差を各測定距離差で測定された弾性波の伝搬時間差で除して求まる弾性波速度と測定距離差を式(4)による弾性波の伝搬時間差 T_{P} で除して求まる弾性波速度とが 2%以上異なる場合に，差が大きいと判断される。

⑥各測定点の弾性波速度の決定

⑤で算出した係数 a を四捨五入によって有効数字 4 桁に丸めた値を各測定点での iTECS 法による

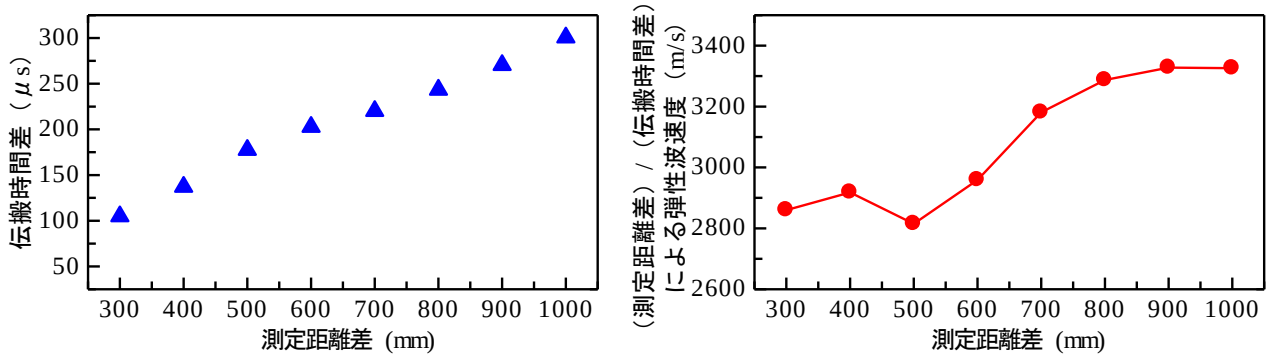
弾性波速度とする。

【解説】

(1) iTECS 法による弾性波速度の測定方法の選択①及び(3) 表面の速度が低下しているコンクリートでの弾性波速度の測定方法①について：「iTECS 法規格：測定 02 弾性波の伝搬時間差の測定方法および伝搬時間差による弾性波速度の測定方法 **３．伝搬時間差の測定方法**」では“測定表面に凹凸がある場合は，ヤスリ・砥石等により測定表面が平滑になるように処理する。”と規定されている。既設のコンクリート構造物では測定表面が脆弱となり，インパクターで打撃するとコンクリート表面が変形する場合もある。この様な変形が生じないように，適切な処理を行う。また，測定点は，ひび割れ，コールドジョイント，あばた等の変状が無い位置に設定する。

(1)③について

③に規定した「複数の測定距離差で算出される弾性波速度が測定距離差 300mm での弾性波速度から 2%以上大きくなり，かつ，測定距離差と算出される弾性波速度との間に正の相関関係が確認される場合」の例を**解説図 3** に示す。**解説図 3(a)** は横軸に各測定距離差，縦軸に各測定距離差で測定した伝搬時間差を示している，**解説図 3(b)** は横軸に各測定距離差，縦軸にこの伝搬時間差と測定距離差から算出した弾性波速度（測定上の弾性波速度）を示している。**解説図 3(b)** より，測定距離差 300mm での測定上の弾性波速度は 2900m/s 程度であるのに対して，測定距離差 700mm 以上での測定上の弾性波速度は 3200m/s 程度以上となり，10%以上大きくなっている。さらに，測定距離差 700mm 以上での測定上の弾性波速度を比較すると，測定距離差が大きくなるのに従い測定上の弾性波速度が大きくなる正の相関関係が確認される。この様な構造体コンクリートでは，**(3) 表面の速度が低下しているコンクリートでの iTECS 法による弾性波速度の測定方法**により構造体コンクリートにおける iTECS 法による弾性波速度を測定する。



(a) 各測定距離差での伝搬時間差　　(b) 伝搬時間差と測定距離差から算出した弾性波速度

解説図3　(1)③に記載されている“複数の測定距離差で算出される弾性波速度が測定距離差300mmでの弾性波速度から2%以上大きくなり，かつ，測定距離差と算出される弾性波速度との間に正の相関関係が確認される場合”の例

９．コンクリートの圧縮強度の推定

８章により測定した iTECS 法による弾性波速度を７章で作成した強度推定式に代入して，コンクリートの圧縮強度を推定する。測定時とは異なった材齢時の強度を推定する場合は，測定時の強度を適切に補正する。

【解説】

新設構造物での強度検査に本法を用いる場合などで材齢 28 日の強度を推定する場合は，「iTECS 法規格 : 試験 01 新設コンクリート構造物の圧縮強度試験方法 ６．圧縮強度の推定方法」の解説での記載内容を参考にして，材齢補正を行う。

１０．報告

(1) 必ず報告する事項

必ず報告する事項は次のとおりである。

(a) 試験年月日，試験場所，試験者名

(b) 測定点設定箇所の概要（構造物の概要，測定点設定箇所位置図など）

(c) 測定装置の型式，製造番号

(d) 強度推定式（強度推定式の作成方法，強度試験用供試体又は採取コアの圧縮強度，強度試験用供試体又はコア採取位置での iTECS 法による弾性波速度，強度推定式）

(e) コンクリートの強度推定結果（弾性波速度の測定方法，試験対象の構造体コンクリートにおける iTECS 法による弾性波速度の測定結果，圧縮強度の推定結果）

(2) 必要により報告する事項

以下の項目を必要により報告する。

(a) 構造物とコンクリートに関する記録

(b) 試験を実施した構造体コンクリートの材齢，設計強度，呼び強度，セメント種類

(c) 材齢補正により材齢 28 日時の強度に推定した結果

ダウンロード版

iTECS 法規格：試験 06　　定価 600 円
構造体コンクリートの圧縮強度の試験方法　　（税込価格）

令和 6 年 6 月 1 日　発行

一般社団法人　iTECS 技術協会
〒300-2635　茨城県つくば市東光台 1-6-6
電話　029-847-1861

ダウンロード版

SIA-T-06

Standard of the iTECS Association

Test method for the estimation of compressive strength of concrete structures

SIA－T－06

Established 2024-5-14

Published by
iTECS association

1-6-6 Tokodai
Tsukuba-city Ibaraki 300-2635, Japan

Printed in Japan