

iTECS 法規格 意見受付

「コンクリート内部のうきの探査試験方法」

規格原案作成委員会

この原案は、iTECS 法規格「コンクリート内部のうきの探査試験方法」の制定前に、関係者の方々からご意見を募るために掲載するものです。

ご意見は、規格原案決定の際の参考として取り扱いさせていただきます。掲載されている原案に対するご意見の提出は次に示すメールアドレスまでお願いいたします。

ご意見提出先：i-contactinfo@itecs.or.jp

ご意見受付締切日：2025 年 9 月 19 日（金）

1. 適用範囲

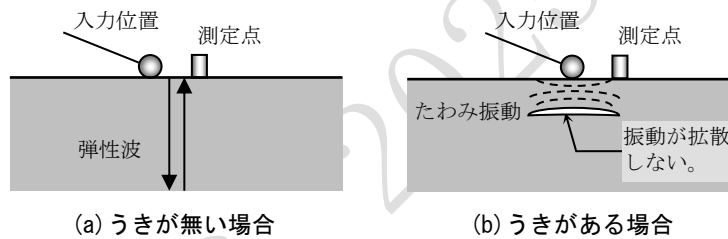
この規格は、iTECS 法により、うきの有無を判断する試験方法について規定する。本試験方法で検出対象とするうきは、測定するコンクリートの表面から深さ 100mm 以内に存在し、長さが 100mm 以上であり、かつ、幅が 10mm 以上のものとする。

【解説】

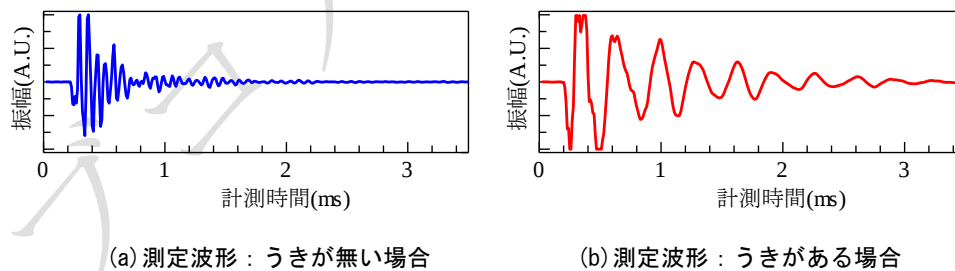
a) 本試験の測定原理

測定対象のコンクリート表面に受信センサーを設置し、近傍を鋼球で打撃して発生する振動の模式図を解説図 1 に示す。コンクリートの表面付近にうきが無い場合は、鋼球打撃によりコンクリート内部に伝搬・拡散する弾性波が発生する。これに対して、うきがある場合は、鋼球打撃によりコンクリート表面とうきとの間での振動（たわみ振動）が発生する。

たわみ振動は拡散せずに狭い範囲で伝搬することから、時間経過に伴う振動のエネルギー損失が小さい。従って、コンクリートの表面付近にうきがある場合の測定波形は、測定時間が経過しても、振幅値が小さくならない性質がある。この例を解説図 2 に示す。本試験は、以上の性質を利用してコンクリート内部のうきの有無を判断するものである。



解説図1 各条件で測定される弾性波の模式図



解説図2 各条件での測定波形

b) 本規格の制定の背景

国土交通省が策定している、道路構造物（橋梁、トンネル、舗装、土工構造物など）の点検に活用できる新技術の性能をまとめた「点検支援技術性能カタログ」に“BR020047：コンクリート内部・表面の変状探査技術（PRA-TICA）（うき）”が2025年4月に登録された。この探査技術は、これまでに規定されている iTECS 法の測定方法である「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」の一部を適用することで、実施が可能となる。また、従来の打音法によるうきの調査と比較して、

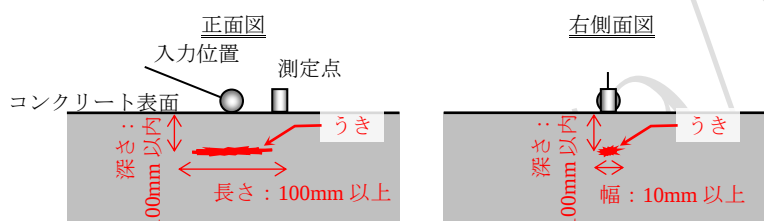
本試験は技術者の主観に頼らずに客観的な試験が実施できる、試験結果が数値として記録されるという利点がある。そこで、iTECS 法による新たな試験方法として本規格を制定した。

c) うきの定義について

うきの定義は3章に規定した。

d) 検出対象となるうきについて

「点検支援技術性能カタログ」への登録にあたり、計測精度の検証のための標準試験が実施された。そこでの実績等に基づき、「測定するコンクリートの表面から深さ 100mm 以内に存在し、長さが 100mm 以上であり、かつ、幅が 10mm 以上のもの」と規定した。深さ、長さ及び幅について図化したものを解説図 3 に示す。



解説図 3 検出対象となるうきの深さ、長さ及び幅について

なお、この標準試験で確認された検出率は 72%、的中率は 72%である。なお、検出率及び的中率は以下で算出されている。

(検出率) = (本法でうきが存在すると判断された測定点数) ÷ (実際にうきがある測定点数)

(的中率) = (本法でうきが存在すると判断された測定点数のうち実際にうきがある測定点数) ÷ (本法でうきが存在すると判断された測定点数)

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

3. 用語及び定義

(1) うき

コンクリート内部における鉄筋腐食などに起因する空隙や剥離層。

(2) 最大振幅値

受信センサーの測定波形において、計測時間長さ 3.5ms までの振幅値の絶対値の最大値。

(3) 相対振幅値

受信センサーの測定波形の各計測時間における振幅値を、最大振幅値で除した値。

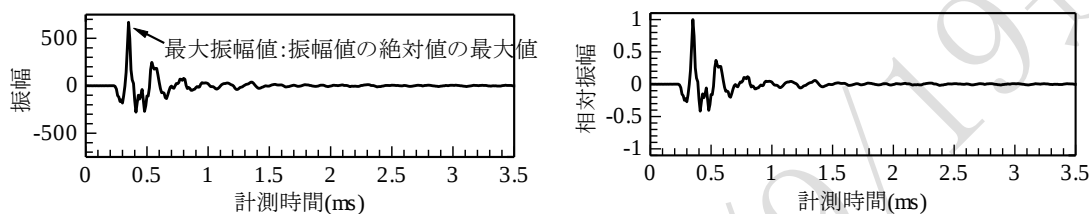
(4) 振幅加算値

受信センサーの測定波形の相対振幅値の絶対値を $10\mu\text{s}$ の時間間隔で時間 3.5ms まで加算した値。

【解説】

(2) 及び(3)について

定義した用語を図化したものを解説図 4 に示す。



解説図 4 受信センサーの測定波形の例

4. 測定装置

(1) インパクトター

直径 10mm 又は直径 15mm の鋼球とする。ただし、同一の試験を実施する全測定点においては、同一の直径の鋼球を使用する。

(2) 受信センサー

周波数 $80\text{Hz}\sim 25\text{kHz}$ を精度良く検知できるものとする。

(3) 測定器

サンプリング間隔を $10\mu\text{s}$ 、計測時間長さを 3.5ms 、測定チャンネル数を 1ch に設定できる装置とする。

【解説】

(1) について

直径 10mm 及び直径 15mm の鋼球のうち適用実績が多いのは直径 10mm の鋼球である。しかしながら、表面が柔らかくなったコンクリートなどでは、直径 10mm の鋼球の適用が困難になる場合がある。このような場合には、直径 15mm の鋼球を適用できる。ただし、本試験では、各測定点で振幅加算値を測定し、その結果の相対比較によりうきの有無を判断するが、同一の測定点で直径 10mm の鋼球を適用した場合の振幅加算値と直径 15mm の鋼球を適用した場合の振幅加算値は異なる。したがって、同一の試験を実施する全測定点においては、同一の直径の鋼球を使用することを規定した。

(2) 及び(3)について

これまでの適用実績に基づき規定した。なお、「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」を満足する試験機器であれば、この規定内容を満足する。

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) 及び(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. 試験方法

以下①～⑧の手順に従い、各測定点におけるコンクリート内部のうきの有無を判断する。

①測定表面の処理

測定表面に凹凸がある場合は、ヤスリや砥石などを用いて、測定表面が平滑になるように処理する。

②各測定点での測定波形の取得

測定点から 1cm 程度の範囲内に受信センサーを押し当てて設置し、測定点をインパクトで打撃する。

③各測定点での測定波形の記録

測定波形に再現性があることを確認し、受信センサーの測定波形を測定器に記録する。

④全測定点での測定完了の確認

計画した全測定点での測定と、測定データの保存が完了したことを確認する。

⑤全測定点の振幅加算値の算出

各測定点の振幅加算値を式(1)により算出する。

$$Y_s = \sum_{t=0}^{3.5ms} |y(t)| \quad \text{式(1)}$$

ここで、 Y_s は振幅加算値、 $|y(t)|$ は時間 t での測定波形の相対振幅値 $y(t)$ の絶対値である。

⑥一次判定基準値の設定

全測定点の振幅加算値の平均値 m 及び標準偏差 σ を算出し、一次判定基準値を $m+3\sigma$ に設定する。

⑦二次判定基準値の設定

全測定点の振幅加算値のうち、 $m+3\sigma$ 以下となるものを採用値、 $m+3\sigma$ より大きくなるものを棄却値と判断する。採用値となった振幅加算値の平均値 M 及び標準偏差 Σ を算出し、二次判定基準値を $M+3\Sigma$ とする。

⑧うきの位置の判定

全測定点の振幅加算値のうち、振幅加算値が二次判定基準値（ $M+3\sigma$ ）より大きくなった測定点にうきが存在すると判断する。打音法による試験結果等と比較して、判定結果の妥当性が確認されない場合は、正常と判断できる測定点で①～⑤の手順で 50 回程度の追加測定を行い、⑥～⑧の手順を再度実施する。

【解説】

特許第 6061767 号の特許請求範囲について

⑤で振幅加算値を算出し、⑥及び⑦のような基準値と比較して、⑧の判定を行うことがこの特許の請求範囲に該当する。

②について

インパクトにより打撃した点の直下のコンクリート内部が試験対象となることに注意する。受信センサーの設置点及び打撃した点と受信センサーの設置点との中間点は、試験対象ではない。

⑥及び⑦について

ここで設定する判定基準値は、「JIS Z 9020-2 : 2016 管理図—第 2 部：シューハート管理図」に規定されているシューハート管理図の性質に基づき設定したものである。この設定方法は、1000 回に 3 回発生する異常値を抽出する方法である。また、試験対象となるコンクリートと同一の部材厚さや拘束条件を持つコンクリートで、過去に振幅加算値を測定した結果がある場合は、これらの過去の測定結果を含めて平均値及び標準偏差を求めることが可能である。これにより、より多くのデータに基づいて判定基準値が設定されるため、精度を高めることができる。なお、部材厚さや拘束条件が同一とはならない例としては、床版部のコンクリートと橋脚部のコンクリートがある。これらの測定結果を平均値及び標準偏差を求めることはできない。また、二次判定基準値までの設定は、一定の精度（検出率 72%、的中率 72%）が検証されている「点検支援技術性能カタログ」への登録時に実施された標準試験での実績に基づき規定したものである。

⑧について

⑥及び⑦の手順で設定した判定基準値に基づきうきの有無を判断するが、うきが存在する点で多く測定した場合には、適切な判定基準値を設定できない可能性がある。このため、打音法によりうきが存在すると判断される測定点において、本法ではうきが存在しないと判断される場合には、正常と判断できる測定点で 50 回程度の追加測定を行い、⑥及び⑦の手順で再度判定基準値設定することを規定した。なお、測定点が正常であることの判断は、打音法の測定結果や iTECS 法による部材厚さの試験結果が実際の部材厚さと一致していることなどから判断できる。

7. 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) インパクトとして使用した鋼球の直径

(e) うきの位置の判定結果

(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) 各測定点での振幅加算値の測定結果

(c) 一次判定基準値及び二次判定基準値の設定結果