

平成 27 年度 第 4 回 衝撃弾性波法研究委員会 議事録

日時： 平成 28 年 3 月 16 日（水） 14：45～17：00

会場： （一社）日本非破壊検査協会 10A 会議室

東京都江東区亀戸 2-25-14 立花アネックスビル 10 階 10A

参加者： 渡邊、岩野、内田、辻(和幸)、鄭、住谷、境、山下、藤原、森(雅司)、李、辻(和宏)、
久保、森濱、大野、小椋、服部、高鍋、森(和也)、園田(記録)以上 20 名

(順不同, 敬称略)

配布資料

- 15-04-00 議事次第
- 15-04-01 平成 27 年度第 3 回衝撃弾性波法研究委員会議事録（案）
- 15-04-02 鉄筋コンクリート構造物の非破壊試験部門研究委員会延長申請書
- 15-04-03 「非破壊検査」特別号タイトル(案)「衝撃弾性波法による非破壊試験の高度化と信頼性向上に関する取組み」
- 15-04-04 衝撃弾性波法研究委員会 WG1
- 15-04-05(1) 論文：2 次元波動方程式の差分法及びひび割れ深さ測定方法の検討
- 15-04-05(2) 論文：衝撃弾性波法によるコンクリートの内部欠陥の検出に関する理論的検討
- 15-04-05(3)
- 15-04-06(1) 「WG3：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」これまでの活動内容
- 15-04-06(2) 「非破壊検査」特集号タイトル(案)「衝撃弾性波法による非破壊試験の高度化と信頼性向上に関する取組み」
- 15-04-07 衝撃弾性波法研究委員会 WG4「コンクリート内部に弾性波の発信源がある場合の弾性波伝搬速度測定方法」第一期活動報告

議事

1. 委員長挨拶

渡邊委員長より挨拶を頂いた。

- ・本研究委員会第 1 期は 3 月末で終了し、4 月から第 2 期の活動を開始する予定である。委員の方々には第 2 期も引き続きよろしくお願ひしたい。

2. 前回議事録確認

藤原委員より平成 27 年度第 3 回議事録（案）の説明があり、渡邊委員長から下記一点の補足が述べられた。

- ・今後の活動方針については、前回委員会時点では委員会の活動期間は 2016 年 7 月までであると思われていたが、正しくは 2016 年 3 月までであり、今回が最後となることを了承していただきたい。

以下、委員から挙げられた議事録への指摘事項を示す。

- ・議事 4 について、見学会は佐藤工業（株）技術研究所にて実施されたことを記載頂きたい。
- ・議題 8 について、森濱委員は副査でないため、修正頂きたい。
- ・議題 9 について、高鍋委員は幹事でないため、修正頂きたい。
- ・議題 8 の森濱委員のコメントについて「円柱（透過法）は影響ないが、土研法（表面法）は影響がある」という旨のコメントであったはずなので、修正頂きたい。

上記事項について修正し、後日配信する。

3. 報告事項

3. 1 本委員会第一期目の完了と第二期への延長について[資料 15-04-02]

岩野幹事より本委員会第二期の延長申請について説明があった。

- ・延長申請は RC 部門、学術委員会承認済みである。延長後の活動期間は平成 30 年 3 月までである。

・後日改めて、非破壊検査協会より連絡があるが、第一期目での任期終了を希望する委員は、3月末までに非破壊検査協会に御連絡いただきたい。

第二期委員会について以下の質疑があった。

・第二期では新たに委員を募集するのか？

→募集する。非破壊検査協会より委員の募集について連絡する予定である。

3. 2 機関誌「非破壊検査」特集号への活動報告について[資料 15-04-03]

内田幹事より機関誌への活動報告について説明があった。

- ・本研究委員会は、活動成果を報告書としてまとめる義務はないが、検討の現状をとりまとめ、機関誌「非破壊検査」(9月号)に投稿する予定である。
- ・巻頭言『「衝撃弾性波による非破壊試験の高度化と信頼性向上に関する取組」特集号刊行にあたって』、『NDIS2426-2の改正概要と委員会設置の背景』及び各WGの活動報告の計6編について、担当者を中心にとりまとめる。他に執筆を希望する委員がいれば連絡いただきたい。
- ・「最新の試験方法」は杉本委員に執筆を依頼しているが、掲載内容の要望があれば追加可能である。

4. 各WGからの活動報告

4. 1 WG1の活動報告[資料 15-04-04]

WG1の活動報告について、WGで議論した以下の内容について主に説明があった。

大野委員より(1)弾性波伝播経路の検討について説明があった。

- ・表層部と内部で伝播経路が異なる場合の数値計算(スネルの法則)による検討を行った。
 - ・実験で得られた結果(H27秋季大会発表)と本検討結果は整合した。
- 山下委員より(2)弾性波到達時刻検出の検討について説明があった。
- ・弾性波の伝搬時間差の読み取りは、技術者の熟練度に依存するという課題があり、客観的な検出手法が重要である。
 - ・波形の立ち上がりを自動で検出する方法を検討した。
 - ・シミュレーションにより生成した波形にノイズを混入させ、異なるS/N条件下で検討を行い、各手法の適用性を把握した。
 - ・今後は実波形や、実際の測定条件に着目した検討を行う。

以下の質疑・コメントがあった。

- ・「距離減衰を考慮した数値実験の検討」というのは自動読み取りを想定した課題か？
⇒入力点とセンサの距離あるいはセンサ同士の距離を設定する場合に、どの種類の波をもって伝播速度を算出するか距離減衰を考慮して検討することを想定している。
- ・土研で実施した実験結果については再度解析を行うのか？
⇒得られている波形情報を使って、再度解析を行う。改めて実験を行うことは考えていない。
- ・第二期で実験を予定しているため、供試体の設定条件を整理しておくとうい。
- ・速度構造が表面と内部で異なるというのは、欠陥評価ということか？
⇒言い換えるならば、緻密性の評価である。
⇒速度を変化させる要因は鉄筋の影響や緻密性の違いなど多岐にわたるため、要因を整理することを検討してほしい。

4. 2 WG2の活動報告[資料 15-04-05(1)~(3)]

久保委員よりJCIの年次論文に投稿した論文について説明があった。

- ・境委員作成のプログラムは、非破壊検査協会の本研究委員会のHPの中でダウンロードリンクを作成することを予定している。また、HPには委員の了承を得た上で委員名簿を掲載する予定である。

岩野幹事より下記のコメントがあった。

- ・図6(a)は、高い周波数を入力するほど2次、3次共振が見られることを表している。これを念頭に検討すれば、構造物の欠陥評価に役立つと考えられる。
次期WGでの活動予定について内田委員より説明があった。

- ・評価対象はあくまでもコンクリート内部の結果である。
- ・今期の委員会では、ひび割れや内部空隙を対象に解析的な検討を行った。第二期では特に実験に力を入れたい。
- ・内部欠陥の検出の基本的な手順は、①弾性波の入力、②弾性波の受信、③弾性波の信号処理の3つに大別できる。
- ・各委員が保有する①②③の技術を使って、共通の解析や実験を行う必要がある。
- ・iTECS 技術協会の協力を得て、供試体を作成する予定である。後日、供試体に関する要望があれば可能な範囲で対応を検討する。

以下の質疑・コメントがあった。

- ・実験は、どのように進めていくのか？
- ⇒基本的には、WG 内でどのような方法が実施できるか検討した上で、委員全体に広く呼び掛けるつもりである。
- ・実験の成果は実施した方の成果としてもらってよい。ただし、iTECS 技術協会と本研究委員会について記載すること。
 - ・函面等の資料の作成にあたっては、NEXCO 西日本の方や藤原委員、服部委員の協力を頂いた。
 - ・つくばの土木研究所の横に設置する予定である。
 - ・鉄筋やシース等が何も入っていない、リファレンス用の供試体は作成しないのか。
- ⇒検討する。
- ・試験を行う場合は、誰に連絡すればよいのか？
- ⇒試験を行う際には WG でとりまとめる。iTECS 技術協会（境委員）としては、事務局である山下委員に連絡・調整して頂ければ良いとの考えである。
- ・プログラムの公開方法はどのようにするのか？
- ⇒パスワードはかける。簡単な説明書を添付するが、問合せには応じない方針とする。プログラムを利用して論文を執筆する際には謝辞に記載していただきたい。

4. 3 WG3 の活動報告

岩野幹事より WG3 について活動報告があった。

- ・委員会開始時の課題である①既設での圧縮強度評価式の作成方法、②既設での弾性波速度の測定方法をテーマに検討を行った。
- ・今後、①については材齢変化に適用条件を明確にするための検討を行う。既設の圧縮強度の用途も念頭に活動を行う。また、水セメント比を変えた場合の弾性波速度と圧縮強度の関係について検討する。
- ・②については、他の既設構造物での実験や、受信 2 点での土研法の適用を検討する。

以下の質疑・コメントがあった。

- ・表層と内部の違いを考慮すべき構造体とは、どの程度の割合なのか？
- ⇒試験によって異なる。例えば、圧縮強度は必ず考慮すべきである。また、5%の精度で厚さを求めたい場合等には割合は少ないと思われる。
- ・NDIS2426 では新設構造物は表層と内部の速度差は無いという仮定になっている。
 - ・既設は弾性波速度と圧縮強度の関係性が劣化が生じた場合などは崩れることが考えられるため、圧縮強度評価式の適用性も低くなる。
 - ・弾性波速度の低下はどのようなメカニズムなのか？
- ⇒基本的には弾性係数の低下であると思われる。材齢変化に伴う弾性係数や強度の変化は確認できている

4. 4 WG4 の活動報告

高鍋委員より WG4 について活動報告があった。

- ・鉄筋に作用する動磁場の範囲把握のための実験
- ⇒音源位置はコイル直下のある範囲より弾性波が発生している可能性を把握した。
- ・品質の異なるかぶりコンクリートでの計測
- ⇒強度水準に対して概ね弾性波速度との相関が取れていることを把握した。

・WGの成果を、「第16回コンクリート構造物の補修、補強、アップグレードシンポジウム」(査読付き)で発表予定である。

- ・次期は、以下の課題について検討を行う。
 - ・複数センサを用いた弾性波伝搬速度測定の検討
 - ・複数回受信による弾性波伝搬速度測定の検討
 - ・振動モードの検証
 - ・内部音源とする場合の励振装置の仕様検討

以下の質疑・コメントがあった。

・伝播時間を測定する際、波形の立ち上がりを捉えるのは難しい。したがって、波形の分布関数がある程度設定するなどの工夫が必要であると思われる。

⇒検討する。

・速度を測定した結果があるが、他の方法でも速度は測定可能か？

⇒他の方法で速度を測定し、結果を比較し違いを検討する。

・コンクリートのなかで発生するひずみレベルを統一することも考慮してはどうか？

⇒入力の強弱を変えることも検討したい。

・センサは上下動を捉えるものか？

⇒上下動を捉えるものである。加速度センサより感度のよい、ダンパーのついていない AE センサを使用した。センサはフラットな特性のものを選定している。

・規格化に向けてどのような状況であるか？

⇒機関誌に投稿予定の内容について、原稿の素案を作成中である。

・手法が有利に働く条件をオーソライズする観点も含めて検討していただきたい。

5. その他検討事項

渡邊委員長より以下の説明があった。

- ・第二期はWGの枠組みは基本的には変更しない予定である。
- ・WGメンバーの編成について意見等あれば連絡していただきたい。幹事間で調整する。

WGの構成について以下の意見があった。

- ・新たな試験方法が出てきているので、新しいWGを設置することも検討していただきたい。既存のWGの中で検討してもよい。
- ・海外の新しい技術についても情報収集が必要である。
- ・今後、改正に向けたデータ収集だけでなく、幅広く検討していくことも考慮する。

次回委員会の日程については改めて連絡する。

以上