

## 平成 27 年度 第 2 回 衝撃弾性波法研究委員会 議事録

日時：平成 27 年 9 月 16 日（水）13：30～17：00

会場：岡山国際交流センター 3F 研修室（岡山市北区奉還町 2-2-1）

参加者：渡辺、内田、岩野、服部、杉本、山下、加納、森濱、鄭、小椋、炭谷、藤原、松山（園田代理）、大野(記録)、以上 14 名

（順不同、敬称略）

### 配布資料

- 15-02-00 議事次第
- 15-02-01 平成 27 年度第 1 回衝撃弾性波法研究委員会議事録（案）
- 15-02-02 衝撃弾性波法研究委員会構成員名簿（平成 27 年度）
- 15-02-03 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（WG4）  
（実験報告①：PPT 資料）
- 15-02-04-00 衝撃弾性波法委員会：土木研究所実験内容（実験報告②資料）
- 15-02-04-01 論文 衝撃弾性波法研究委員会での活動紹介（実験報告②NDI 秋季大会原稿）
- 15-02-04-02 透気試験の測定結果（実験報告②：PPT 資料）
- 15-02-04-03 論文 コンクリート音速に及ぼす鉄筋の影響と回避の方法（実験報告②NDI 秋季大会原稿）
- 15-02-04-04 論文 既設コンクリートでの弾性波伝搬速度の測定方法の検討（実験報告②NDI 手記大会原稿）
- 15-02-04-05 論文 弾性波伝搬速度に変化を及ぼすコンクリート表層部と内部との条件の違いの検討（実験報告②NDI 秋季大会原稿）
- 15-02-04-06 実験報告②：土木研究所での実験 [AE センサ，加速度センサ，インパクトエコーセンサ]（実験報告②PPT 資料）
- 15-02-04-07 柵ケミカル工事実験結果（実験報告②資料）
- 15-02-04-08 供試体実験（iTECS6 使用）途中経過報告（実験報告②PPT 資料）
- 15-02-04-09 論文 衝撃弾性波法におけるコンクリートの弾性波到達時間の決定方法に関する検討（実験報告②NDI 秋季大会原稿）
- 15-02-05-01 衝撃弾性波法研究委員会：各 WG の構成表（審議事項①資料）
- 15-02-05-02 「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」活動内容について（審議事項①資料）
- 15-02-06 平成 27 年度第 3 回鉄筋コンクリート構造物の非破壊試験部門 講演会・見学会開催案内 ～点検・診断技術の高度化と標準化に向けて～（審議事項②資料）

### 議事

#### 1. 委員長挨拶

渡辺委員長より挨拶を頂いた。

現行の NDIS-2426-2 の懸案事項とされている項目について、本研究委員会で内容を詰めていく旨の概略説明があった。活動期限が今年度中までであるので、WG の区分けを整理し、土木研究所で実施した活動内容および結果について、委員会としての報告書提出の義務は無いが活動内容については学会発表や論文投稿する方向で取り纏めを行っていくことをお願いしたい。

#### 2. 新規委員の紹介

渡邊委員長より柵国際建設技術研究所 藤原委員の参画の報告があり、藤原委員より挨拶があった。また、日本工営(株) 園田委員の代理で松山氏が出席され、挨拶があった。

#### 3. 前回議事録確認

岩野委員より平成 27 年度第 1 回議事録（案）[資料 15-02-01]の説明があり、承認された。

#### 4. 実験報告①電磁パルス法 WG 立命館大学での実験について

内田幹事より、励磁コイルを用いてコンクリート中の鉄筋および鉄筋単体を加振した場合の実験結果について経過報告があった[資料 15-02-03]。実験の目的は、①コイル形状の違い（コの字型、リング型）、②コイルの設置方法（コの字型の設置向き）、③コンクリートの有無であり、実験概要が説明された。また、鉄筋単体での発信源位置の推定結果において、受信距離が遠方になると推定範囲が広くなり、全体的に立命館大学所有の LDV 装置側に偏る傾向がある旨、報告があった。

本内容に関する質疑は以下のとおりである。

- ・発信源と推定位置に差が生じる（総じて立命館大学 LDV 装置側にズレている）理由は？  
→LDV 装置（弾性波受信装置）の個々の特性が表れている可能性があるが、詳細は不明。
- ・配筋によって推定位置が異なるのでは？
- ・推定発信源と想定入力位置の誤差について
  - ・コイルの設置位置について、目標点との差はないか？  
→線出しを行って設置しているので、基本的にはない。
  - ・波形のトリガのかけ方はどうなっているか？  
→電磁波を入力した時点が全装置の収録スタートとなる。
  - ・点入力ではなく、ある範囲に発信領域が存在する可能性が考えられる。
  - ・発信源と検出点間距離が長くなる場合に波形の立上りが鈍くなるか？  
→そのような波形はなく、比較的立上りは明瞭。
- ・鉄筋径を大きくすると実験が容易（測定しやすく）なるか？  
→容易となる。
- ・かぶりの深／浅で測定結果は変わるか？  
→磁場の影響は距離の二乗に比例して減衰するので、検出波形の S/N 比は低下する。これまでの経験ではかぶり 100mm までは測定可能と思われ、電源、コイルの組合せを変えればそれ以深でも測定できる可能性はある。
- ・鉄筋のピッチが狭い場合はどうか？  
→影響範囲はコイル直下と思われ、問題ないと考えている。
- ・実構造物ではコイル、電源の改良が必要。
- ・鉄筋を直接打撃したデータは取得されたか？  
→実施していない。

今後は、発信位置同定の計算手法の再検討および追加実験を含め WG 委員で検討を進める。

#### 5. 実験報告②土木研究所での実験について

岩野幹事より、土木研究所での実験に関する全体的な概略説明があった[資料 15-02-04-00]。また、各委員から NDI 秋季大会の原稿および実験データ整理の途中経過について説明があった。以下に質疑を示す。

- ・岩野幹事：衝撃弾性波法研究委員会での活動紹介[資料 15-02-04-01]
  - ボックス供試体厚壁（壁厚 600mm、呼び強度 18）において、内部よりも空気と接する表層部において吸水率が大きくなる結果が得られたが、小径コアによる圧縮強度の試験結果では内部と表層で異なる傾向は得られなかった。ボックス供試体薄壁（壁厚 300mm、呼び強度 45）では、吸水率および圧縮強度において表層と内部の差は顕著ではない。
  - 薄壁（呼び強度 45）の圧縮強度試験結果について、小径コアでは  $\phi 100\text{mm}$  のコアと比較して、圧縮強度が低く測定されているがその理由は？
  - 詳細な原因は不明だが、経験的に小径コアでは、高強度になると強度が低くなる傾向にある。
- ・鄭委員：透気試験の測定結果[資料 15-02-04-02]
  - 薄壁の結果は、物性のバラつきではなく測定上のバラつきであり、深さ毎に差はないと考えて良いか。
  - おそらくそうだと思う。どの程度の変化があれば有意な差と言えるかは今はわからないが、KT 値と物性値のマトリックス図があると思うので、調べておく。

- 透気係数は3~50nmの細孔量と相関があるとされているので、本供試体の細孔径分布試験結果を待つ。
- ・森濱委員：コンクリートの音速に及ぼす鉄筋の影響と回避の方法[資料 15-02-04-03]
  - 鉄筋軸と平行に弾性波を測定する場合、鉄筋までの距離が近い場合、鉄筋径が太い場合、測定距離（探触子間隔）が長い場合、鉄筋の影響を受ける。また、鉄筋軸に対して、45度傾けて測定すると、90度の場合とほぼ同じ音速になり、鉄筋の影響をほぼ回避できる。
- ・岩野幹事：既設コンクリートでの弾性波伝搬速度の測定方法の検討[資料 15-02-04-04]
- ・岩野幹事：弾性波伝搬速度に変化を及ぼすコンクリート表層部と内部との条件の違いの検討[資料 15-02-04-05]
  - 今回の測定では、鉄筋軸と平行かつ鉄筋直上で、弾性波の入力位置を測定点から50mmずつ離して計測し、ある距離以上から弾性波が鉄筋の影響を受けると想定して実施した。しかし、測定結果から、50mm位置の入力地点で既に鉄筋の影響を受けている可能性が示唆され、コンクリートだけの弾性波伝搬速度が得られなかった。
  - 圧縮強度がある程度以下のコンクリートでは、表層と内部で弾性係数、硬さ、緻密性に差が生じることで、表層の弾性波伝搬速度が内部よりも小さくなることが確認された。また、表層の変化が生じる深さは50mm程度であることが確認された。
- ・小椋委員：実験報告②：土木研究所での実験 [AE センサ、加速度センサ、インパクトエコーセンサ] [資料 15-02-04-06]
  - AIC 法や $\Delta$ AIC 法により到達時間を決定しようと試みたが、初動を適切に読み取っているとは考えられなかったため、今回は目視で初動を読み取った。
  - 測定波形を見ると、50mm位置では初動が下に凸だが、500mmでは上に凸となっている。一致していないのはなぜか？
  - 50mm位置の初動を拡大すると上に凸の成分が僅かにあると思われ、P波と表面波の到達時間が近いので、上に凸の成分が小さく見えにくくなっていると考えられる。
- ・加納委員：[資料 15-02-04-07]
  - 聴強器を用いた測定データでは、D51の鉄筋直上での計測結果のみ、距離の増加に伴い、鉄筋の影響を受け速度が上昇した。
  - パンジットを用いると、iTECS5（多重反射法）や表面2点法（多重反射法）よりも速度が大きく評価される。
- ・山下委員：iTECS6を用いた測定の途中経過報告[資料 15-02-04-08]
  - 機械インピーダンス法でも他の計測結果同様に供試体表面側で値が小さく出る結果であった。また、載荷中に測定すると、載荷板による変形拘束により値が大きく出力される傾向にある。
- ・大野委員：衝撃弾性波法におけるコンクリートの弾性波到達時間の決定方法に関する検討[資料 15-02-04-09]
  - AICを適用する場合の適用範囲の一つを示した。
  - 今後、適用範囲を明確化することを視野に検討する。

## 6 各 WG メンバーの再確認と活動内容の確認

渡邊委員長より、各 WG のメンバー確認に関する趣旨が説明された[資料 15-02-05-01]。各 WG メンバーは以下のとおりである。

**WG1**：大野委員（主査）、山下委員（副査）、渡邊委員長、内田幹事、岩野幹事、川崎委員、多田委員、杉本委員、森濱委員、境委員、久保委員、本田委員

**WG2**：内田幹事（主査）、久保委員（副査）、渡邊委員長、岩野幹事、森委員、徳臣委員、多田委員、山下委員、辻委員、猪股委員、森濱委員、境委員、本田委員

**WG3**：岩野幹事（主査）、渡邊委員長（副査）、山下委員、猪股委員、森濱委員、境委員、久保委員、鄭委員、

**WG4**：高鍋委員（主査）、内田幹事（副査）、岩野幹事、川崎委員、服部委員、森委員、山下委員、森濱委員

未定の委員については、希望の WG を調査する？複数にまたがっている方は、現時点で主に活動されているものに絞って頂いたほうがよいとの渡邊委員長からの助言もあった。

また、内田幹事の負担軽減のため、WG4の副査を交代する予定である。

全委員に資料 15-02-05-01 の内容を岩野より配信し、最終確認を行う。

各 WG の活動内容は以下のとおりである。

- WG1：土木研究所のデータを取りまとめ、内部と表層の条件の違いを加味した弾性波伝搬速度の測定方法について引き続き検討する。土研法などの解析方法を取り入れる予定。また、弾性波の到達時刻読み取り方法についても検討する。（委員会中は上記のように発言しましたが、主査、副査、幹事で話し合い、内容を変更する可能性があります。）
- WG2：コンクリート部材内部の変状の評価方法の整理。内部に変状がある場合、周波数の低下原因は、欠陥によるもの、材質によるもの、節の移動によるもの、弾性波の迂回によるものなどが考えられる。検討項目が多いので、検討対象を1つに絞る。例えば、健全コンクリート中の水平空洞など。
- 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[資料 15-02-05-02]。既設の場合のコンクリートの圧縮強度と弾性波速度の関係式のべき乗の係数を 5.129 と設定することが検討されているが、検証が必要。各委員に過去に円柱供試体で測定したデータ（弾性波速度と圧縮強度）の提供をお願いしたい。
- WG4 については説明を省略した。上記 4 の箇所を参照のこと。

#### 7. RC 部門講演会、見学会への対応内容について

岩野幹事より、平成 27 年 10 月 30 日（金）に神奈川工科大学および佐藤工業技術研究所で実施予定の講演会、見学会について説明があった[資料 15-02-06]。

→高鍋委員による「磁気的な方法」による弾性波入力のデモが可能であるか確認する。

次回予定

10/14 北海道にて見学会

10/15-16 NDIS 秋季大会にて本委員会活動の一部を報告・発表

10/30 RC 部門主催 講演会・見学会

委員会については別途調整（次回委員化については決定していなかった？）

以上。