

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 5 月 14 日現在

機関番号：33903

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2012～2014

課題番号：24560701

研究課題名(和文)既存コンクリート造建築物のストックマネジメント手法に関する研究

研究課題名(英文)Study on Stock Management Method of Existing RC Building

## 研究代表者

山田 和夫 (YAMADA, Kazuo)

愛知工業大学・工学部・教授

研究者番号：10093080

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 4,200,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、既存コンクリート造建築物の合理的な非破壊検査・診断方法と耐震補強方法について検討を行った。その結果、検査・診断方法については、本研究で改良した弾性波法と電磁波法を用いることによって定量的なコンクリートの内部探査が、既存コンクリート造建築物の耐震補強方法については、本研究で提案した横拘束を受けるコンファインドコンクリートに関する支圧強度算定式を用いることによって合理的な外側耐震補強が、それぞれ可能であることがわかった。

研究成果の概要(英文)：In this study, the reasonable non-destructive testing methods for deterioration diagnostics and the reasonable seismic retrofitting methods for existing RC buildings were examined. As a result for the non-destructive testing methods, it was obtained that the quantitative internal evaluation of concrete could be achieved by using the elastic wave method and the electromagnetic wave method improved in this study. As a result for seismic retrofitting methods of existing RC buildings, it was obtained that the reasonable outside seismic reinforcement of the existing RC buildings could be achieved by using the evaluation equations for the bearing strength of confined concrete proposed in the study.

研究分野：コンクリート工学

キーワード：コンクリート 既存建築物 検査診断 弾性波法 電磁波法 外側耐震補強 あと施工アンカー 支圧強度

## 1. 研究開始当初の背景

2011年3月11日14時46分に発生したマグニチュード9.0の東北地方太平洋沖地震は、1995年に発生した兵庫県南部地震による被害を遙かに上回る死者・行方不明者1万5千人超、建物全壊1万8千戸超の甚大な被害をもたらした。特に、地震発生の数十分後に到達した津波や火災によって、予想を超える壊滅的な被害に拡大したことが明らかとなっている。また、近い将来、東海・南海・東南海連動型超巨大地震の発生も高い確率で予測されており、地震およびその後の津波・火災によって発生する建築構造物の倒壊や焼失および人命損失を最小限に押さえるべく国家レベルでの更なる系統的かつ広範囲な基礎的研究プロジェクトの立ち上げが急務であるものと考えられる。

この点を踏まえて、研究代表者が所属する愛知工業大学では、現在「命と安全のための先端科学技術の創成」の研究プロジェクトの立ち上げが計画されており、その中の「都市環境の安全安心化対策技術開発」を主研究テーマとする「長寿命化グループ」の建築チームでは、災害に強く環境にやさしい長寿命建築物を実現させるために、コンクリート造建築物の劣化度評価技術の開発、長寿命化・循環化を目指す建築技術の開発、歴史的建造物の保存・修復技術の開発、の3研究を行うとともに、海外を含む他大学研究者との連携および企業関係者との産学連携を推進させることを予定しているが、本申請研究は、これら総合研究プロジェクトの一部を形成するとともに、研究範囲を更に発展・展開させた内容を有するものである。

## 2. 研究の目的

建築物の延命化・長寿命化を実現するには、物理的寿命、機能的寿命、社会的寿命および戦略的寿命の長寿命化を同時に図る必要がある。また、それらの長寿命化を実現させるためには、耐震・免震・制震設計、高耐久性設計、計画的な維持管理による物理的長寿命化手法、並びに建設後の機能・用途変更に柔軟に対応できるユニバーサル設計や循環化促進による機能的・社会的・戦略的長寿命化手法を組み合わせた総合的な長寿命化技術を構築することが必要不可欠となる。

本研究では、この点を踏まえて、研究期間内で確実に成果が得られること、研究代表者のこれまでの研究実績を考慮に入れて、上記の各種長寿命化手法のうちの物理的長寿命化を取り上げ、既存コンクリート造建築物のより合理的な長寿命化手法の確立を最終目的として、以下に示す建築材料と建築構造を含む総合的な観点に立った既存コンクリート造建築物の定量的な検査・診断方法とそれを踏まえた柔軟性のある耐震補強方法について一連の研究を行う。

### (1) 既存コンクリート造建築物の検査・診断

## 方法に関する研究

既存コンクリート造建築物の合理的な長寿命化を図るには、建築物の現状把握、残存寿命の判定、劣化状況に応じた適切な補修・補強対策の策定などの一連の検査・診断技術を確立する必要がある。本研究では、研究代表者がこれまでに検討を行って基礎的研究成果が得られている弾性波法と電磁波法(サーモグラフィ法)を取り上げて一連の検討を行う。すなわち、非破壊試験は、いずれも測定結果からその原因となる未知量を推定する逆問題であるため、結果と原因とを関連付ける法則と特性値を確定することによって、人的誤差を含まない検査結果の定量化が可能となる。

### (2) 既存コンクリート造建築物の耐震補強方法に関する研究

環境負荷低減を図り社会に貢献するこれからの建築物は、既存建築物の長寿命化と循環化が必要であるが、コンクリート造建築物の合理的な長寿命化を実現させるには、計画的に実施される検査・診断の結果を踏まえて適切な補修・補強を行うことが重要である。

あと施工アンカーを介して、既存コンクリート造建築物を外側耐震補強した場合、補強後の耐力は、補強部と比較して相対的に強度の弱い既存部コンクリートの局所的な支圧耐力で決まることが多い。そのため、本研究では、まず横拘束を受けるコンクリートの支圧破壊のメカニズムを明らかにするとともに、次にコンクリートの支圧特性に及ぼす横拘束の影響を考慮に入れた新旧接合部の耐力評価式を提案することによって、より合理的な外側耐震補強設計法を構築する。

## 3. 研究の方法

### (1) 既存コンクリート造建築物の検査・診断方法に関する研究

本研究では、以下に示す2種類の検査・診断方法について検討する。

#### 弾性波法を適用した検査・診断方法

従来型の弾性波法では、弾性波の入力および検出を確実にを行うには、入力・検出用振動子をコンクリートに密着させる必要があるため、振動子とコンクリートとの密着度の差異が測定結果に影響を及ぼす問題を有している。この点を踏まえて、本研究では、まず振動子とコンクリートとの接触面に挿入するアタッチメントを試作し、測定結果の精度向上を目指すとともに、試作したアタッチメントを使用した測定方法の有用性を、コンクリート中を伝播した弾性波の伝搬速度に着目した弾性波トモグラフィ法によって確認する。更に、振動子とコンクリートとの密着度を向上させるための接触媒体を使用する必要がなく、弾性波の入力・検出を非接触で行うことのできる空中超音波法に着目して、その適用性についても検討を行う。

#### 電磁波法を適用した検査・診断方法

電磁波法に分類される赤外線サーモグラフィ法は、コンクリートの表面温度を撮影してその温度分布から測定物内部の状況を推定する試験方法であり、一度に広範囲の調査が可能であること、経時的な計測も容易であることなど、他の試験方法にない多くの利点があるが、測定結果が外的・内的要因によって複雑に影響を受けることもあって、測定結果から内部の変状を定量的に評価できる段階には至っていない。この点を踏まえて、本研究では、コンクリートの変状に起因した表面温度性状に及ぼすコンクリートの内的要因の影響を調べるために、まずコンクリートの熱特性値（熱伝導率および熱拡散率）を広範囲の実験によって明らかにする。また、コンクリートの変状に起因した表面温度性状は、気温・日射量の外的条件とコンクリートの内的条件が同じであっても、時々刻々と変化する風速によって影響を受けるため、コンクリートの変状に起因した表面温度性状に及ぼす風速の影響を広範囲の実験によって調査を行う。更に、逆解析手法を適用した赤外線サーモグラフィ法を構築し、定量的なコンクリートの内部探査方法の実用化の可能性についても検討を行う。

#### (2) 既存コンクリート造建築物の耐震補強方法に関する研究

あと施工アンカーによる耐震補強接合部のせん断耐力は、強度の弱い既存部コンクリートの支圧耐力によって決まる場合が多いため、合理的な耐力算定式を構築するには、横拘束を受けるコンファインドコンクリートの支圧強度に及ぼす各種要因の影響について詳細に検討しておく必要がある。また、合理的なコンクリートの支圧強度算定式を構築するには、コンクリートの支圧破壊メカニズムを反映させる必要があるため、多軸応力を受けるコンクリートの構成則としてエンドクロニック理論を用いた3次元解析を行って、コンファインドコンクリートの支圧強度に及ぼす多軸効果成分とかぶり部コンクリートのせん断抵抗成分をモデル化するとともに、横拘束を受けるコンファインドコンクリートの支圧強度算定式の提案とその適用性について検討する。

#### 4. 研究成果

##### (1) 既存コンクリート造建築物の検査・診断方法に関する研究

###### 弾性波法を適用した検査・診断方法

従来型の弾性波法による内部探査結果の精度向上を目的とした研究では、各種介在物が内在する  $200 \times 250 \times 50\text{mm}$  および  $200 \times 200 \times 50\text{mm}$  の平板試験体 ( $W/C=40\%$  および  $65\%$  のモルタル) を使用し、振動子とコンクリートとの密着度を向上させるために、 $50 \times 10 \times 0.6\text{mm}$  の鋼板を瞬間接着剤で試験体側面に接着したアタッチメントと検出用振動子を磁

石で密着させる方法について検討した結果、以下の結論を得た。

- 1) 本研究で開発したアタッチメントによる接着方法を用いることによって、従来型の弾性波法による推定精度が飛躍的に向上することが確認できた。
- 2) 伝搬経路を直線と仮定した線形最小二乗法による弾性波トモグラフィ法では、試験体内部の介在物埋設位置の確認は可能であるが、試験体内部の正確な弾性波伝搬速度分布の再現は難しい。
- 3) マルカート法による弾性波トモグラフィ法では、試験体内部の弾性波伝搬速度分布の推定結果は、1要素12節点モデルで波線追跡を行うと、概略の伝搬速度分布は再現できる。
- 4) 準ニュートン法を適用した弾性波トモグラフィ法による内部探査結果は、試験体内部の局所的な弾性波伝搬速度の変動が平滑化され、介在物との対応も良好である。

また、非接触型の空中超音波法の適用性を確認するための研究では、初期欠陥(空洞)をモデル化した厚さ×幅×長さ= $5 \times 50 \times 200\text{mm}$  の発泡スチロールが試験体中央部に埋設されている一辺が  $200\text{mm}$  の平板試験体 ( $W/C=60\%$  のモルタル) を使用し、実験要因として、試験体の厚さ (15、25、35 および  $45\text{mm}$  の4種類) および細骨材の最大寸法 (0.6、1.2、2.5 および  $5.0\text{mm}$  の4種類) を取り上げ、内部探査を目的とした空中超音波法の適用性とその適応限界について調査した結果、以下の結論を得た。

- 1) モルタル部を伝搬した超音波の平均伝搬速度の実験値は、試験体が厚くなるほど増大し、モルタル中と空中を伝搬する弾性波の伝搬速度から算定される計算値と良く一致するが、発泡スチロール部では、弾性波のエネルギー損失が著しく、平均伝搬速度の算定が困難である。
- 2) 検出弾性波の相対振幅値は、発泡スチロール部に比べてモルタル部が10倍以上の数値を示すため、モルタル内部の変状の正確な評価が可能であり、自動計測・処理による内部探査の指標として適している。

###### 電磁波法を適用した検査・診断方法

本研究では、赤外線サーモグラフィ法による内部探査結果の精度向上を目的として、コンクリートの熱特性値に及ぼす各種要因の影響、これらの熱特性値が内部探査結果に及ぼす影響について検討を行うとともに、逆解析手法を適用した赤外線サーモグラフィ法による定量的なコンクリートの内部探査方法の実用化の可能性について検討を行った。その結果、以下の結論を得た。

- 1) コンクリートの熱伝導特性値 (熱拡散率および熱伝導率) は、空気量、骨材量、水セメント比などの調査要因、並びに測定時の試験体の乾湿の影響を受け、一般的に母材

と異なる空気、水、骨材の混入量とそれらの熱特性値によって関係付けられる。

- 2) 1次元非定常熱伝導実験によって算定した熱拡散率を用いることにより、コンクリート試験体内部の熱伝導特性に及ぼす各種調合要因および乾湿の影響を合理的に説明することができる。
- 3) 本研究で提案した逆解析手法を用いることによって、赤外線サーモグラフィ法による定量的な内部探査が可能となるが、精度の良い推定結果を得るには、正確な熱特性値の把握が重要である。
- 4) 本研究では、赤外線サーモグラフィ法による精度良い内部探査を行うためには、構成材料の正確な熱特性値の把握が重要であることを指摘したが、既存建築物のコンクリートに対して、個々に熱特性値を測定することは容易ではない。そのため、本提案の内部探査方法を実用化するためには、今後、既存建築物の健全部における表面温度変化の測定結果を対象として、未知量を熱特性値に設定した非定常逆解析を行い、調査対象のコンクリートの熱特性値を個々に評価する方法の可能性について検討するとともに、その適用性および適用限界を明らかにしていくことが必要である。

以上のように、既存コンクリート造建築物の検査・診断方法に関する一連の検討の結果、本研究で開発または改良した従来型の弾性波法、非接触型の空中超音波法、並びに逆解析を併用した電磁波法（赤外線サーモグラフィ法）を用いることによって、定量的なコンクリートの内部探査が可能となり、これらの試験方法を目的に応じて既存コンクリート造建築物の検査・診断に利用することで、合理的かつ計画的な維持管理が可能といえる。

#### (2) 既存コンクリート造建築物の耐震補強方法に関する研究

コンクリートの1軸支圧特性に及ぼす横拘束形式および支圧端部の拘束長さの影響を明らかにすることを目的として実施した研究では、外形(D)×高さ(h)が150×300mmの1/10スケール円柱体を使用し、実験要因として、鋼管部長さ(L=300、100、50、0mmの4種類)、支圧径(B=50、75、100および145mmの4種類)、横補強形式(鋼管および帯筋の2種類)および横補強比を取り上げ、横補強比( $P_w$ )は、横補強無し( $P_w=0.0\%$ )のプレーンモルタル、 $P_w=1.33\%$ に設定した鋼管(外径150mm、公称肉厚(T)1.0mm)と呼び径が6および9の丸鋼(外径150mmのリング状帯筋で、配筋の間隔(S)が28.5および64.0mm)の合計4種類を取り上げて、実験的に検討を行った。本実験で用いたモルタルの水セメント比(W/C)は、何れの試験体も65%の一定とした。その結果、以下の結論を得た。

- 1) 横補強比を等しく設定した帯筋モルタルの最大圧縮耐力は、一般的に支圧端部の鋼

管長さに関わらず帯筋径が太くて帯筋間隔が大きいほど低下する。

- 2) 横補強形式および支圧端部の横拘束長さの異なるコンファインドモルタルの支圧強度は、等価横補強比および破壊領域長/試験体直径比を説明変数とした評価式を用いることによって統一的に評価できる。
- 3) 支圧載荷時の横補強モルタルの圧縮靱性は、支圧端部の鋼管が長くなるに従って向上するが、帯筋間隔が大きいと、最大耐力後の耐力低下が著しい。

支圧荷重を受けるコンファインドコンクリートの破壊挙動を解明するための基礎的研究では、せん断抵抗成分の有無を実験要因とした支圧実験を行い、支圧荷重を受けるコンファインドコンクリートの荷重-軸変位関係と多軸効果成分およびせん断抵抗成分との関係を検討するとともに、エンドクロニック理論を用いた解析手法の適用性を解析的に検討した。なお、本実験では、前記の実験と同様に1/10スケールモデルの1軸支圧特性に及ぼす幾何学的非均質性(D/d:試験体寸法と粗骨材寸法との比)の影響を取り除くために、粗骨材を含まないモルタルを使用した。その結果、以下に示す結論を得た。

- 1) 最大耐力時の相対せん断抵抗成分は、 $B=145\text{mm}$ の準全面加力時にはほぼ0値を示すが、支圧加力を行った場合には、全体的な傾向として等価横補強量が大きくなるほど増大する。
- 2)  $B=145\text{mm}$ の準全面加力時の荷重-軸変位関係は、横拘束形式および横補強量に関わらずせん断抵抗成分が認められず、多軸効果として説明できる。
- 3) 支圧荷重を受けるコンファインドコンクリートの荷重-軸変位関係は、支圧部のコンクリートがかぶり部コンクリート、鋼管および帯筋によって横拘束されることで生じる多軸効果成分とかぶり部コンクリートと支圧部コンクリートとの界面で生じるせん断抵抗成分を考慮することにより、横補強形式および横補強量の影響を合理的に説明でき、荷重降下域を含む支圧荷重を受けるコンファインドモルタルの同一軸変位時の荷重は、鋼管・かぶり部の横拘束(多軸効果)による荷重成分と支圧部側面でのせん断抵抗による荷重成分との和で評価できる。
- 4) コンファインドモルタルの支圧強度に及ぼす支圧径および支圧部側面のせん断抵抗の影響は、母材強度、鋼管・かぶり部による横拘束が大きいほど著しい。
- 5) コンファインドモルタルの最大耐力時のせん断抵抗成分は、一般的に横拘束圧が大きいほど増大する。

上記の研究は、何れの試験体も外形(D)×高さ(H)が150×300mmの1/10スケール円柱体を考慮してモルタルを用いて実験をおこ

なったが、本研究では、粗骨材を含むコンクリートを用いて、1軸支圧特性に及ぼす水セメント比、横拘束形式および支圧端部の横補強量の影響について実験的検討を行った。その結果、以下に示す結論を得た。

- 1) コンファインドコンクリートの支圧強度に関する実験値は、何れも六車・岡本式による推定値よりも大きく、かつその差は横拘束が大きくなるほど増大する傾向を示し、支圧強度推定値は過小評価となる。
- 2) 横補強形式および支圧端部の横拘束長さの異なる各種調合のコンファインドコンクリートの支圧強度は、母材強度、鋼管および帯筋による横拘束効果および試験体の形状・寸法の効果を考慮に入れた本研究で提案した推定式を用いることによって統一的に評価できる。

あと施工アンカーによるより合理的な外側耐震補強方法に関する研究では、新旧接合部近傍のアンカー筋に鋼管シアキーを固定して断面積を増大させた高性能アンカーの提案、並びにそのせん断抵抗性能を実験的に検討するとともに、コンクリートの支圧特性に及ぼす横拘束の影響を考慮に入れた新旧接合部のせん断耐力評価式について検討し、以下に示す結論を得た。

- 1) 補強部の浮き上がり量は、鋼管シアキーの外径の増大に従ってほぼ直線的に増大するが、外径が20mm以上になると一定値に収束する傾向を示し、また鋼管シアキーの埋込み量が深くなると若干増大する。
- 2) 新旧接合部の最大せん断耐力は、鋼管シアキーの外径と埋込み深さの増大とともに直線的に増大する。
- 3) 既存部モルタルの支圧強度によって接合部の耐力が決まる場合のせん断耐力は、本研究で提案した解析モデルを用いることによって合理的に説明できる。
- 4) 新旧接合部近傍のアンカー筋の断面積を鋼管によって増大させた高性能アンカーによるせん断抵抗性能を確実に向上させるためには、本研究で提案したせん断耐力評価式に、要求されるせん断耐力を代入することによって求まる埋込み深さ(1/2)以上の鋼管シアキーを設置する必要がある。

以上のように、既存コンクリート造建築物の耐震補強方法に関する一連の検討の結果、あと施工アンカーによる外側耐震補強接合部のせん断耐力は、強度の弱い既存部コンクリートの支圧耐力で決まる場合が多いが、広範囲の実験に基づき本研究で提案した横拘束を受ける鉄筋コンクリートの支圧強度算定式を使用することによって、より合理的な外側耐震補強設計が可能であるといえる。

#### 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

#### [雑誌論文](計10件)

関俊力、瀬古繁喜、山田和夫：空中超音波法を適用したセメント系複合材料の内部探査の適用性、査読有り、コンクリート工学年次論集、No.37、No.1、2015.7(印刷中)

山本貴正、川口淳、山田和夫：コンクリート充填角形鋼管短柱の安定した塑性変形を發揮する圧縮耐力、査読有り、日本建築学会構造系論文集、Vol.80、No.712、2015.6(印刷中)

関俊力、山田和夫：支圧荷重を受けるコンファインドコンクリートの多軸効果成分およびせん断抵抗成分に関する基礎的研究、査読有り、コンクリート工学年次論集、No.36、No.1、2014.7、pp.340-345

山本貴正、川口淳、伊藤崇晃、山田和夫：コンクリート充填鋼管短柱の圧縮靱性に及ぼす各種要因について、査読有り、コンクリート工学年次論集、No.36、No.2、2014.7、pp.1033-1038

関俊力、山田和夫：逆解析手法を適用したサーモグラフィ法による内部探査の推定精度向上に関する基礎的研究、査読有り、コンクリート工学年次論集、No.35、No.1、2013.7、pp.

小野晃、関俊力、山田和夫：支圧荷重を受けるコンファインドコンクリートの変形特性に関する解析的研究、査読有り、コンクリート工学年次論集、No.35、No.1、2013.7、pp.319-324

山田和夫、関俊力、小野晃、神谷隆：高性能アンカーの外側耐震補強性能に関する基礎的研究、査読有り、セメント・コンクリート論文集、No.66、2013.2、pp.367-374

関俊力、山田和夫：赤外線サーモグラフィ法による内部評価に関する研究 - コンクリートの熱伝導特性と内部評価の推定精度 -、査読有り、日本建築学会構造系論文集、Vol.77、No.681、2012.11、pp.1605-1612

関俊力、小野晃、山田和夫：弾性波トモグラフィ法によるコンクリートの内部探査の推定精度、査読有り、コンクリート工学年次論文集、Vol.34、No.1、2012.7、pp.316-321

小野晃、関俊力、山田和夫：コンファインドコンクリートの支圧特性に及ぼす端部拘束の影響、査読有り、コンクリート工学年次論文集、Vol.34、No.1、2012.7、pp.316-321

#### [学会発表](計20件)

関俊力、瀬古繁喜、山田和夫：鋼繊維補強コンクリートの支圧特性に関する研究、第69回セメント技術大会要旨、2015.5.12~14、ホテルメトロポリタン(東京都・豊島区)

山田和夫、関俊力、瀬古繁喜：支圧荷重を受けるコンファインドコンクリートの多軸効果成分とせん断抵抗成分に関する実

験的検討、日本建築学会大会学術講演梗概集（近畿）、2014.9.12～14、神戸大学（兵庫県・神戸市）

山田浩子、瀬古繁喜、山田和夫：軽量コンクリートの圧縮強度試験における供試体の高さ直径比と圧縮強度比の関係に関する実験的研究 その1）高さ直径比が異なる供試体の圧縮強度比に関する実験、日本建築学会大会学術講演梗概集（近畿）、2014.9.12～14、神戸大学（兵庫県・神戸市）

瀬古繁喜、山田浩子、山田和夫：軽量コンクリートの圧縮強度試験における供試体の高さ直径比と圧縮強度比の関係に関する実験的研究 その2）高さ直径比が異なる供試体の圧縮強度比と破壊状況および割裂引張強度との関係、日本建築学会大会学術講演梗概集（近畿）、2014.9.12～14、神戸大学（兵庫県・神戸市）

関俊力、瀬古繁喜、山田和夫：弾性波トモグラフィ法によるコンクリートの内部探査に関する基礎的研究、日本建築学会大会学術講演梗概集（近畿）、2014.9.12～14、神戸大学（兵庫県・神戸市）

山本貴正、川口淳、山田和夫：コンクリート充填角形鋼管短柱の圧縮靱性について、日本建築学会大会学術講演梗概集（近畿）、2014.9.12～14、神戸大学（兵庫県・神戸市）

関俊力、山田和夫：弾性波トモグラフィ法によるコンクリートの内部探査の適用性、第68回セメント技術大会講演要旨、2014.5.13～15、ホテルメトロポリタン（東京都・豊島区）

小野晃、関俊力、山田和夫：端部拘束されたコンクリートの支圧特性（その1：支圧強度推定式の提案）、日本建築学会大会学術講演梗概集（北海道）、2013.8.30～9.1、北海道大学（北海道・札幌市）

山田和夫、小野晃、関俊力：端部拘束されたコンクリートの支圧特性（その2：支圧特性に関する解析的検討）、日本建築学会大会学術講演梗概集（北海道）、2013.8.30～9.1、北海道大学（北海道・札幌市）

関俊力、山田和夫：逆解析手法を適用した日射吸収率の影響を受けるコンクリートの内部探査、日本建築学会大会学術講演梗概集（北海道）、2013.8.30～9.1、北海道大学（北海道・札幌市）

伊藤崇晃、関俊力、高橋辰弥、小野晃、山田和夫：波線追跡法を適用した弾性波トモグラフィ法によるコンクリートの内部探査の推定精度、日本建築学会大会学術講演梗概集（北海道）、2013.8.30～9.1、北海道大学（北海道・札幌市）

山本貴正、川口淳、山田和夫：コンクリート充填円形鋼管短柱の軸圧縮性状に関する解析的検討、日本建築学会大会学術講演梗概集（北海道）、2013.8.30～9.1、北海道大学（北海道・札幌市）

関俊力、山田和夫：逆解析手法を適用したコンクリートの内部探査結果に及ぼす日射吸収率の影響に関する基礎的研究、第67回セメント技術大会要旨、2013.5.13～1514、ホテルメトロポリタン（東京都・豊島区）

小野晃、関俊力、山田和夫：端部拘束されたコンファインドコンクリートの支圧強度推定式、第67回セメント技術大会要旨、2013.5.13～1514、ホテルメトロポリタン（東京都・豊島区）

山田和夫、関俊力、小野晃：弾性波トモグラフィ法によるコンクリートの内部探査、日本建築学会大会学術講演梗概集（東海）、2012.9.12～14、名古屋大学（愛知県・名古屋市）

関俊力、山田和夫：逆解析手法を適用した赤外線サーモグラフィ法の精度向上を目的とした基礎的研究、日本建築学会大会学術講演梗概集（東海）、2012.9.12～14、名古屋大学（愛知県・名古屋市）

小野晃、関俊力、伊藤崇晃、山田和夫：コンクリートの支圧特性に及ぼす端部拘束の影響（その1：実験の概要および結果とその考察）、日本建築学会大会学術講演梗概集（東海）、2012.9.12～14、名古屋大学（愛知県・名古屋市）

伊藤崇晃、小野晃、関俊力、山田和夫：コンクリートの支圧特性に及ぼす端部拘束の影響（その2：変形特性に関する解析的検討）、日本建築学会大会学術講演梗概集（東海）、2012.9.12～14、名古屋大学（愛知県・名古屋市）

関俊力、山田和夫：逆解析手法を適用した赤外線サーモグラフィ法の内部探査結果の精度向上を目的とした基礎的研究、第65回セメント技術大会要旨、2012.5.29～31、ホテルメトロポリタン（東京都・豊島区）

小野晃、関俊力、山田和夫：支圧荷重を受けるコンファインドコンクリートの変形特性に関する研究、第65回セメント技術大会要旨、2012.5.29～31、ホテルメトロポリタン（東京都・豊島区）

〔その他〕  
ホームページ等

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

山田 和夫 (YAMADA, Kazuo)  
愛知工業大学・工学部・教授  
研究者番号：10093080

### (2) 研究分担者

( )

研究者番号：