

PC 構造物の非破壊検査技術に関するアンケート

— コンクリート構造診断士に聞く —

本特集号担当委員*

本特集号の企画として PC 構造物の非破壊検査技術に関する WEB アンケートを実施した。アンケートの対象者は、プレストレストコンクリート工学会が資格制度化しているコンクリート構造診断士で、このうち 333 名から最終設問まで回答があった。本稿では、このアンケートの概要と結果について報告する。

キーワード：非破壊検査、アンケート、コンクリート構造診断士

1. はじめに

今号では、PC 構造物に有用と思われる非破壊検査技術を紹介することを目的に「PC 構造物の非破壊検査技術」という特集テーマとした。

非破壊検査には数多くの技術が存在するが、これらについて適当な教科書を用いれば体系的に学習することはできるとし、個々の事例について特徴的なものは本誌でもたびたび報告されている。しかし、PC 構造物でいま実際にどのような非破壊検査が多く適用されており、どのような要望があるのかを紹介した事例はほとんどない。このような非破壊検査の実態を調査し、その結果を会誌に掲載することは、会誌読者の PC 構造物の検査・診断技術に関する理解の一助に資するのではないかと考えられた。

そこで、本特集号の一環として、コンクリート構造診断士（以下、構造診断士と略す）の方を対象に、PC 構造物の現場における非破壊検査技術の利用の現状や要望などについて、2014 年 6 月にアンケート調査を行った。本稿では、そのアンケートの概要と結果を報告する。なお、ここでは、小径コアによる調査などの微破壊検査も非破壊検査に含まれるものとし、単に非破壊検査と記述する。

2. アンケートの概要

2.1 アンケートの対象者

アンケートの対象者は、PC 工学会で資格制度化している構造診断士とした。構造診断士は、アンケートを企画した時点で 819 名の資格登録者がおり、全国の建設会社やコンサルタント会社をはじめ、官公庁や大学関係者など幅広い業種の方たちの登録があることから、今回のアンケートの対象者とした。

2.2 アンケートの方法

本誌の 55 巻 2 号で「PC の教育に関する実態調査アンケート¹⁾」を行った際にも WEB アンケートを利用した。WEB アンケートは、アンケート対象者に個別の URL を設定し、これを配信することで、その後のアンケートの回収や集計・分析作業が容易に行える利点があり、今回もこれを用いることとした。

アンケートは、PC 工学会事務局より構造診断士へメー

ルで一斉配信した。

2.3 アンケートの設問内容

実際に行ったアンケートの設問内容を文末の別添 - 1 に示す。

大まかに設問を分類すると、Q1～Q3 は回答者の所属、業務、年齢といった基本情報を問うものであり、Q4～Q9 は非破壊検査の実施の現状を、Q10～Q12 は構造診断士が日ごろ参考にしている書籍を、Q13～Q16 は非破壊検査技術への要望を問うものである。

2.4 アンケートの実施

アンケートは、構造診断士のうちメール登録されている 589 名に向けて、2014 年 6 月 13 日および 16 日の 2 日間に分けてメール配信した。メールには、アンケートの回答用 URL のほかに、アンケートに関する Q&A と回答例を添付した。Q&A にはメール本文に書き切れなかったアンケートの目的や注意事項などを記載しており、回答例はアンケートの回答方法を記載すると共に、回答を始める前にあらかじめすべての設問を回答者が把握できるようにするという目的も兼ねて作成したものである。

アンケートの回答期限はおよそ 2 週間後の 6 月 27 日とし、その中間にはリマインダーメールを送信することで回答数が増えるよう努めた。

3. アンケートの結果

3.1 アンケートの回答者数と基本情報

(1) アンケートの回答者数

アンケートはとくに大きな支障もなく、予定どおり 6 月 27 日に終了した。最終的な回答者数は 333 名で、回答率としては 57% となり、唐突に実施した WEB アンケートにも関わらず過半数以上の回答があった。

以下に、各設問に対するアンケート結果を記述する。

(2) 回答者の基本情報

アンケートの Q1 は、回答者の所属機関に関する設問である。その結果を図 - 1 に示す。回答者でもっとも多かったのはコンサルタント会社であった。次いで、PC 専業と一般・総合建設会社の回答数が多かった。上記以外の所属については非常に少ない結果であったが、これはもともと構造診断士の有資格者が少ないためである。

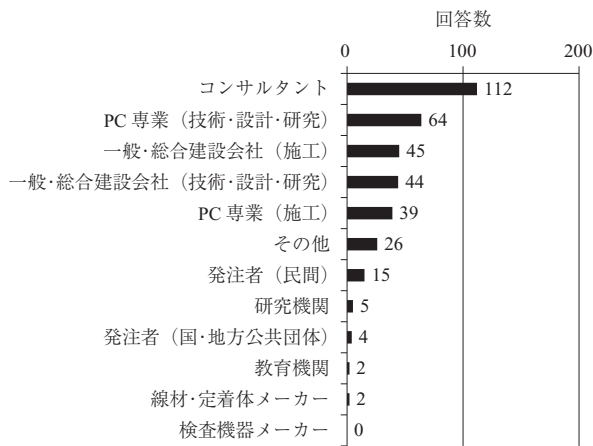


図 - 1 所属機関の分類【358名回答】

アンケートの Q2 および Q3 は、回答者の業務対象と年齢を問う設問である。主に PC を対象とする土木系の割合が多く、PC 以外の土木系も合すると回答者の 90% (321 名) が土木を主たる業務としていることになる (図 - 2)。また、年齢については、40 代～50 代の回答者が 68% (242 名) となっており、これは構造診断士自体の年齢構成とほぼ同じ結果であった (図 - 3)。

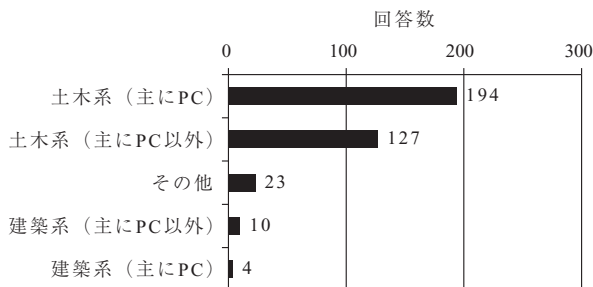


図 - 2 業務の主たる対象【358名回答】

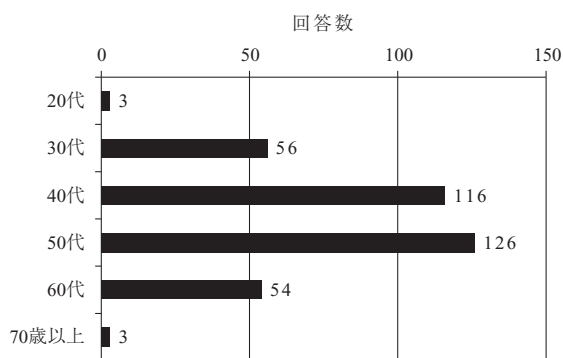


図 - 3 回答者の年齢【358名回答】

3.2 非破壊検査の実施の現状

ここでは、PC 構造物の非破壊検査業務 (発注・計画・実施・研究・開発など) の現状を把握することを目的とした Q4～Q9 のアンケート結果について述べる。

Q4～Q6 では、回答者が過去に実施したことのある非破壊検査業務を検査の項目、方法ごとに選んでもらった。

また、Q7 では Q4～Q6 のほかに実施したことがある業務を自由記入で答えてもらった。なお、設問における検査項目、方法は「2013 年制定 コンクリート標準示方書 維持管理編：標準」の 3.7.3 調査方法および 10.3.5 詳細調査を参考に決定した。

そして、Q8 において「過去 3 年間で増えてきたと感じる非破壊検査」を、Q9 において「今まで非破壊検査で用いた検査機器のうち、利用して満足したと感じた機器」について回答を求めた。

(1) コンクリートの特性・損傷に関する検査の現状

PC 構造物のコンクリートの特性・損傷に関して、実施したことがある非破壊検査業務の回答結果を図 - 4 に示す。強度を推定するためのテストハンマー法と内部欠陥調査の打音法は、回答者の多くが実施経験があると答えた。これらは、新設時の品質検査や定期点検においても標準的な点検方法であり、コンクリートを破壊することなく簡便にできる方法として従来からの実績も多く、このような結果になったことが推察される。3 つの調査目的すべてに関係する超音波法と衝撃弾性波法も、実施経験者の数が比較的多く、ひび割れ調査のなかでは、超音波法の実施経験者がもっとも多かった。内部欠陥の調査においては、打音法に次いで、電磁波レーダー法とファイバースコープの実施経験者の数が多かった。

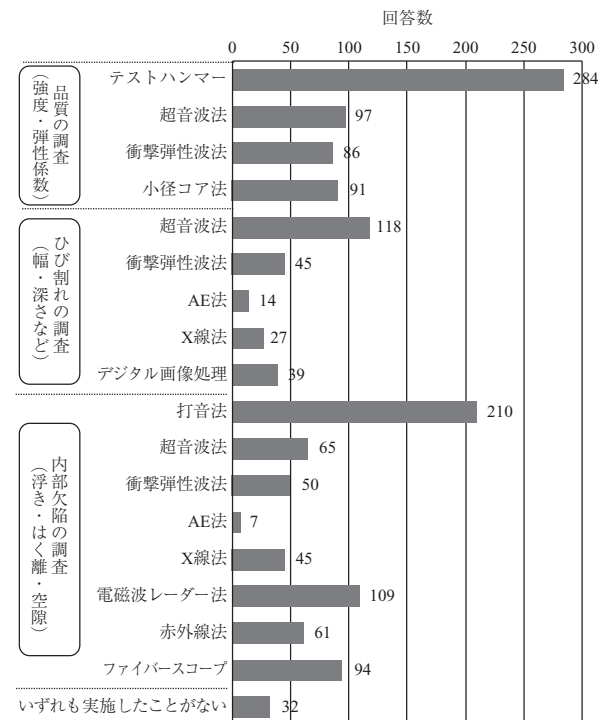


図 - 4 実施したことがある業務(1)【346名回答】

(2) 劣化に関する検査の現状

PC 構造物の劣化に関して、実施したことがある非破壊検査業務の回答結果を図 - 5 に示す。劣化に関する調査については、回答者の 41% (142 名) が実施経験がないと回答しており、コンクリートの特性・損傷に関する検査と後述する鉄筋・PC 鋼材・グラウトに関する検査と比べ

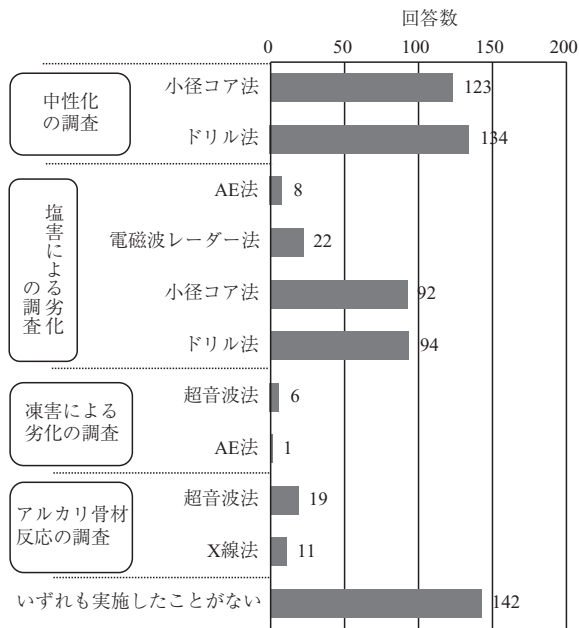


図 - 5 実施したことがある業務(2)【346名回答】

て未経験者が多かった。調査目的別では、中性化の調査と塩害による劣化の調査で実施経験者が多い結果となった。

一方で、構造診断士がPC構造物において、凍害やアルカリ骨材反応の調査に非破壊検査を利用する機会が少なかったことも分かった。そして、中性化の調査と塩害による劣化の調査の両方について、小径コア法とドリル法の回答数が100名前後と多い結果であり、構造物への影響が小さい微破壊検査の適用事例が普及していることが分かった。

(3) 鉄筋・PC鋼材・グラウトに関する検査の現状

PC構造物の鉄筋・PC鋼材・グラウトに関して、実施したことがある非破壊検査業務の回答結果を図-6に示す。鉄筋位置・かぶりなどの探査において手法がある程度確立している電磁誘導法と電磁波レーダー法は回答者の50～60%（200名前後）が実施経験があると回答した。探査の対象がPC鋼材になると、X線法の実施経験者が増加している。これは、PC鋼材位置が鉄筋より深くなるため、最適の探査手法に違いがでてくるのが理由と推察される。PC構造物における鉄筋およびPC鋼材の腐食や破断の調査では、コンクリートをはつることを避けるために非破壊検査の必要性が高いと推察されるが、アンケートでは実施経験者が少なかった。そのなかでは自然電位法の実施経験者をもっとも多い結果となった。グラウトの充填性調査については、削孔目視調査の一つであるファイバースコープ法の実施経験者が多く、プレストレス量の調査のなかでは、外ケーブルの張力推定に用いる振動法の実施経験者が比較的多いことが分かった。

(4) そのほか行われている検査業務

Q7では、Q4～Q6の選択肢にない検査業務について回答を求めた。複数の回答として、「コンクリートの耐久性の調査を目的とした透気試験あるいは透水試験」があった。これは、物質移動抵抗性を評価対象とした非破壊検査として提案され、近年とくに業務の機会が増えているもの

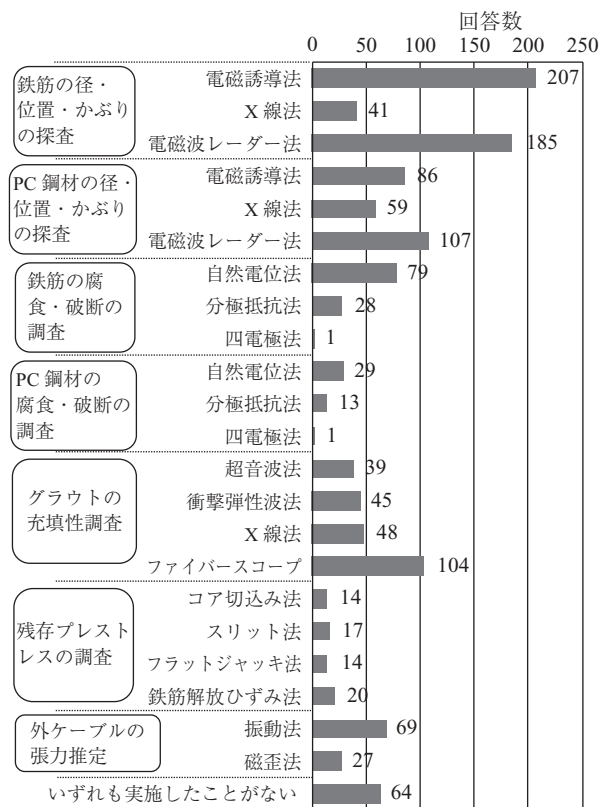


図 - 6 実施したことがある業務(3)【346名回答】

と推察される。そのほか、塩分濃度測定、中性化深さ、促進膨張試験などのコア（一般的な径）を採取しての調査、凍害深さ調査のための小径コア法などQ4～Q6にない検査手法の回答があった。さらには、グラウト未充填空間の検査手法やコンクリート構造物の水密性、強度、すり減りの深さなどを同時に計測する複合法など、新手法の開発研究に関する回答もあった。

(5) 最近増えてきたと感じる非破壊検査

PC構造物に対して、過去3年間で増えてきたと感じる非破壊検査の回答結果を図-7に示す。回答者の32%（110名）が「とくに増えたと感じていない」という結果もあるが、ここでは残りの回答をもとに、最近とくに増えたと感じる検査についてみていく。上位2つの検査は、鉄筋位置・かぶり探査における電磁波レーダー法と電磁誘導法であった。また、前述のアンケート結果においては圧倒的に実施経験者が多かったテストハンマー法や内部欠陥調査のための打音法よりも、それぞれ同じ調査目的の検査手法である衝撃弾性波法や電磁波レーダー法が、最近増えたと感じるという回答が多かった。このことから、電磁波レーダー法や衝撃弾性波法が、従来工法と同程度まで身近になってきていることが推察できる。そのほか、多くの回答が得られた検査方法にデジタル画像処理やグラウト充填性調査の超音波法がある。デジタル画像処理は、興味があり、最新の情報が知りたい非破壊検査手法を回答してもらう質問（Q13）においても、デジタル画像処理の回答がもっとも多く、注目の高さがうかがえる。超音波法は、実施したことがある業務の質問（Q6）では、グラウト充填性

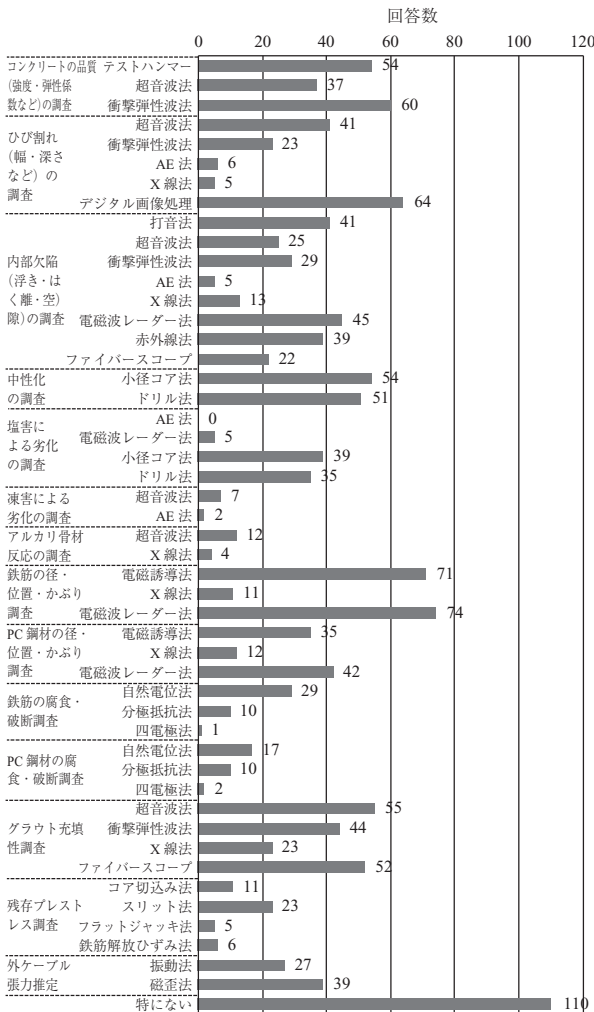


図 - 7 最近増えてきたと感じる非破壊検査【341名回答】

調査の4つの方法のなかで、もっとも回答数が少なかったが、この質問ではもっとも回答数が多かった。超音波法は、X線法などと同じようにコンクリート表面からグラウト充填状況を確認する方法の1つであるが、近年急速に普及してきていることが推察できる。なお、本号に広帯域超音波法によるグラウト充填調査に関する報文が掲載されているので参考にされたい。

(6) 利用して満足したと感じた検査方法

Q9では、今まで非破壊検査で用いた検査方法のうち、利用して満足したと感じたものひとつをあげてもらい、その理由についても回答を求めた(任意回答)。約60名から回答があり、そのうち25名は具体的な機器名についての回答であった。ここでは、このうち上位のものを表-1にまとめた。満足した理由については、特定の検査機器に対する理由も含まれているがご了承願いたい。

3.3 非破壊検査技術への要望

(1) 興味があり最新の情報が知りたい非破壊検査手法

Q13では、興味があり最新の情報が知りたい非破壊検査手法について回答を求めた。Q13のアンケート結果を図-8に示す。

アンケートの結果、デジタル画像処理の回答数が127名

表 - 1 利用して満足した検査機器の上位回答

順位	検査方法	回答数	満足した理由
1	電磁波レーダー法	26	<ul style="list-style-type: none"> 測定結果の画像が視覚的で判定しやすい(報告書も充実できる) 深部の検知や狭い間隔の配筋状態の検知が行いやすい 扱いやすく、精度が良い 画像処理ソフトが充実している 広範囲の内部空洞などを短時間で調査できる 経験を積むことでさまざまなことが画像から読み取れる 本数が多い床版ケーブルでも橋面上を走らせるだけで一括で計測でき、作業性に優れる
2	衝撃弾性波法	8	<ul style="list-style-type: none"> 測定結果を短時間で確認できる コンパクトで扱いやすい 測定精度が高い
3	超音波法	7	<ul style="list-style-type: none"> 精度が高い グラウト検査で明確な結果だった 今後も精度向上に向けた開発の余地もある
3	X線法	7	<ul style="list-style-type: none"> 簡単で、確実である 比較的厚くない部材の削孔を行ううえでリスクが小さい 使用機器がコンパクトで費用がやすくなった

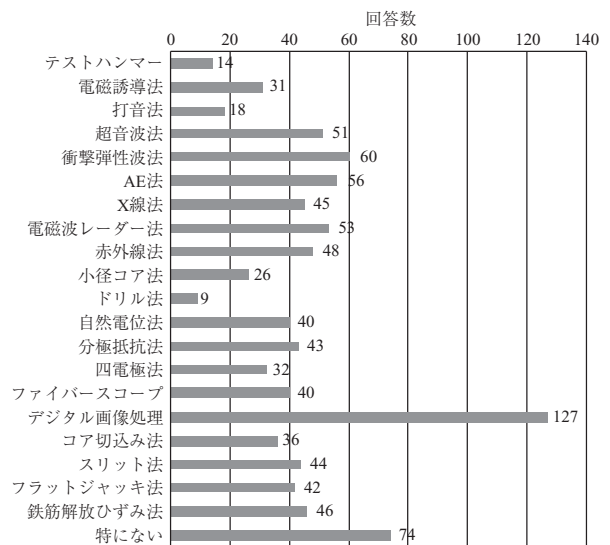


図 - 8 興味があり最新の情報が知りたい非破壊検査【335名回答】

(38%)と最も多く、次に衝撃弾性波法の60名(18%)、AE法の56名(17%)の順に多かった。デジタル画像処理はほかより2倍以上の回答があり、関心の深さがうかがえる。

デジタル画像処理には、ひび割れや浮きなどのコンクリートの変状を図化する技術、ひび割れの長さや幅を抽出する技術などのほか、足場なしでヘリコプターなどで撮影する技術も関連する。これらについては本号に解説が掲載されているので参考にされたい。

Q14では、Q13の設問に示した技術(図-8)のほか、

興味があり、最新の情報が知りたい非破壊検査手法を自由記入で回答を求めた。回答には、透気試験、透水試験、広帯域超音波法、高出力 X 線法、反射式 X 線法、中性子線法、漏洩磁束法などが挙げられた。また、非破壊検査ではないが、維持管理技術として、採取したコアを用いたカナダ法による残存膨張量試験（アルカリ骨材反応による膨張）や、SEM（走査型電子顕微鏡）あるいは EPMA（電子プローブマイクロアナライザ）の利用法について興味があるといった意見があった。これらのうち、透気試験や透水試験については、本号にコンクリートの表層品質評価に関する解説が掲載されているので参考にされたい。

(2) 非破壊検査に求めるものと今後の課題

Q15 では、非破壊検査にとくに強く求めるものについて、ひとつだけ選んでもらった。Q15 のアンケート結果を図 - 9 に示す。

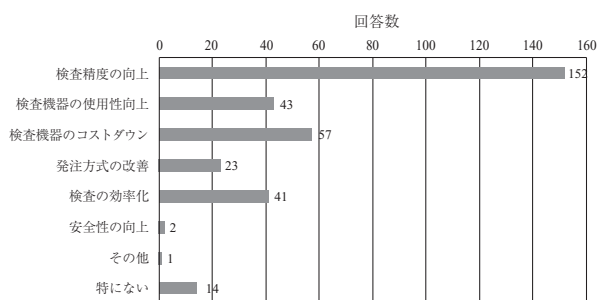


図 - 9 非破壊検査にとくに強く求めるもの【333 名回答】

アンケートの結果、検査精度の向上をとくに強く求めていることが分かった。非破壊検査の技術は年々進歩しているが、まだ技術者が満足するレベルに達していないと感じている方が多いようである。Q16 では、非破壊検査に関し、現状の課題や今後求められる技術について自由記入で回答を求めた。大別すると、計測結果の精度を求める意見が 24 件、コスト低下を求める意見が 8 件、足場が不要な調査方法を求める意見が 7 件、技術者の資質向上を求める意見が 6 件あった。

本設問に寄せられた意見をいくつか抜粋して原文のまま紹介する。

○計測結果の精度を求める意見の例

非破壊は X 線のように目で見える技術であればわかりやすいが、波形で異常があると言われても通常の技術者でもほとんど理解できないのが現状である。もっと精度が向上し、通常の技術者でジャッジメントできる機器があればうれしい。また、コンクリートの内部状況の変化を情報発信してくれる腐食センサーや EM センサーなどをもっと有効に使うべき。現地に向いて目視調査して、そしてその後非破壊検査器具を用いて詳細調査、さらにわからなければ微破壊、削孔となるケースが多く、もっと情報技術が有効に使えればありがたい。

(40 歳代、PC 専業 (技術・設計・研究) 所属の回答者)

非破壊 (微破壊) で実施する検査において、どうしてもある程度の推定という要素が含まれるため、複数の調査を実施して精度や確からしさを示すことが必要となる。その推定にあたっては受け取る発注者によって認識がさまざまである (まったく信用しない、あくまでも参考値と扱う) ため、より精度の向上なり破壊検査との整合性などのデータ確認するための追加技術などがあれば、利用性がより高まると考えます。

(30 歳代、コンサルタント所属の回答者)

○検査のコスト低下を求める意見の例

課題としては、非破壊検査費用が高価である。たとえば、横締 PC 鋼材の充填度調査で衝撃弾性波法を用いるが、削孔しての目視確認と比較して、施工費が高くなり精度も 80 % 程度であるため、発注者は非破壊検査を選択せず、削孔することになる。今後は、施工費と精度のバランスが課題と思われる。

(40 歳代、PC 専業 (技術・設計・研究) 所属の回答者)

現状の内部欠陥や鉄筋・鋼材腐食の診断については、検査精度が低いため、複数の検査を併用したり、破壊検査によるキャリブレーションが必要でコストや手間がかかりすぎている。したがって、より多くの実績についてメーカーなどで情報収集し、適用性向上に努めてほしい。また、品質試験については、室内試験が必要なものが多いため、現地ですぐ分かる方法があると良い。

(40 歳代、コンサルタント所属の回答者)

○足場が不要な調査方法を求める意見の例

橋梁の診断には近接目視が不可欠であるが、河川などで桁下に入れないときは、橋梁点検車などを用いて実施することになる。渋滞などの社会的影響や財政負担の軽減の視点で考えると、遠望での目視により精度の高い診断できれば改善されると考える。デジタル画像処理などの技術により遠望目視での精度が近接目視と同等となれば診断の効率性が向上すると考える。

(50 歳代、コンサルタント所属の回答者)

足場が不要な調査方法を求めています。実調査費用より、仮設足場や、調査車両に多大な費用が必要な調査方法を改善をしていくことにより、早く、安く、確実に点検調査が実施できるのではないかと考えています。たとえば、超音波測定機器による、遠隔調査ができることを期待いたします。

(60 歳代、コンサルタント所属の回答者)

○技術者の資質向上を求める意見の例

(課題) 資格制度の曖昧さ (技量不足)。検出されたデータが、誰に (管理者) でも見た目でわかるような画像化。

(求められる技術) グラウト充填度を手軽に検出できる技術。現在の PC 張力が手軽に検出できる技術。

(自由意見) 弊社は主に橋梁の調査・点検会社(主に外観目視点検)ですが、非破壊検査以前の外観目視点検の時点で、PC橋梁の構造を理解していない点検者が今だに多いと感じる。非破壊技術の高度化は必要であるが、これらを使用する点検技術者の知識、意識、経験の向上が急務である。

(50歳代, 他所所属の回答者)

要望が多いせいか、資格を必要としない検査について、構造物、機器を理解せずに機械任せに検査している技術者?が多いと思われる。

(40歳代, 他所所属の回答者)

紙面の都合上すべて紹介できないが、上記のほかに計測者の技術に左右されない測定技術、残存プレストレス量を正確に測定する技術、グラウト充填状況が精度良く確認できる技術などを求める記載があった。

3.4 参考している書籍に関する調査

ここでは、別添-2に示したリストのなかから、非破壊試験に関して参考している主たる書籍をひとつ選んでもらった。また、書籍リストに掲載されていない参考書籍がある場合には、自由記入欄に記入してもらった。併せてその書籍を選定した理由(価格が適当、内容が充実、分量が適切、難易度が適切、その他)を選んでもらった。

(1) 参考している書籍

非破壊試験に関して参考している書籍を選んでもらった結果、回答数が多かった書籍を図-10に示す。

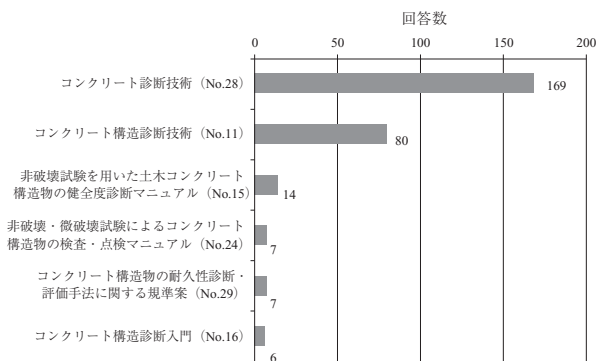


図-10 参考している書籍【336名回答】

参考している書籍として、コンクリート診断士の講習会テキストである「コンクリート診断技術」を選んだ回答者がもっとも多く、全回答数の約半数(169名)を占めた。次いで、構造診断士の講習会テキストである「コンクリート構造診断技術」が選ばれており、上位を講習会テキストが占める結果となった(回答者の74%, 249名)。所属機関にかかわらず同様の結果であり、基礎から応用までが1冊にまとめられ、資格取得時に使用した講習会テキストが業務でも広く参考にされていることが推察される。

講習会テキスト以外では、「非破壊試験を用いた土木コンクリート構造物の健全度診断マニュアル」を選んだ回答者がもっとも多く、コンサルタント所属の回答者が多かつ

た。また、書籍リストに掲載されていない参考書籍についても自由記入欄に記載してもらったが、複数の回答を得た書籍はなかった。

(2) 書籍を選定した理由

書籍を選定した理由についての回答結果を図-11に示す。書籍を選定した理由として、「内容が充実」を選んだ回答者が64%(215名)と圧倒的に多く、次いで21%(70名)の回答者が選択した「難易度が適切」となった。参考している書籍として回答数が多かった書籍については、すべて同様の傾向であり、「内容が充実」「難易度が適切」が上位を占めた。

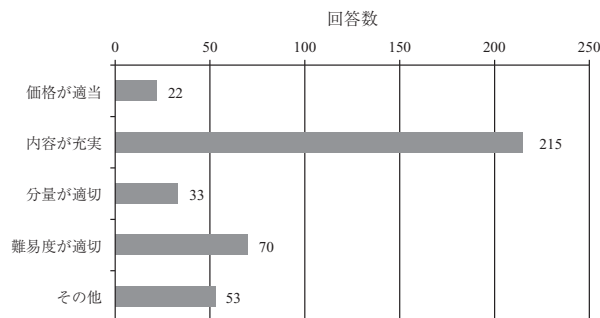


図-11 書籍を選定した理由(複数回答可)【335名回答】

4. おわりに

本稿では、構造診断士を対象として実施したPC構造物の非破壊検査技術に関するアンケートの概要と結果について報告した。

かざられた範囲でのアンケートではあったが、PC構造物における非破壊検査の現状や要望について、ある程度の傾向を示すことができた。本号では、アンケート結果を受けて「興味があり、最新の情報が知りたい非破壊検査手法」として回答数がもっとも多かった、「デジタル画像処理についての解説を依頼し、執筆していただいた。今後も本アンケート結果を編集の参考にさせていきたいと考えている。また、本アンケート結果が非破壊検査技術の更なる開発や改善の参考になれば幸いである。

一方で、すべての構造診断士にアンケートを送付できなかったことなどが反省点としてあげられる。こうした点については、今後アンケート調査を実施する際に改善していきたい。また、誌面の都合上、すべてのアンケート結果を示すことができなかった点についてはご容赦願いたい。

最後に、ご多忙のなか貴重な時間を割いてアンケートに協力していただいた構造診断士の皆様に感謝申し上げます。

【*担当委員：伊藤・黒輪・妹尾・田中・栃木・半井・星野】

参考文献

- 1) プレストレストコンクリート工学会：PCの教育に関する実態調査アンケートの報告(その1~その5)、プレストレストコンクリート、Vol.55, No.2, pp.46-68, 2013

別添 - 1 アンケートの設問内容一覧

※1 SA : 1つのみ選択可能, MA : 複数選択可能, FA : 自由記入

分類	No.	アンケート内容	回答種類 ※1	
回答者の基本情報	Q1	あなたの現所属機関の分類を教えてください。 1. 教育機関, 2. 研究機関, 3. 発注者 (国, 地方公共団体), 4. 発注者 (民間), 5. コンサルタント, 6. PC 専業 (技術・設計・研究), 7. PC 専業 (施工), 8. 一般・総合建設会社 (技術・設計・研究), 9. 一般・総合建設会社 (施工), 10. 線材・定着体メーカー, 11. 検査機器メーカー, 12. その他	SA	
	Q2	あなたの業務の主たる対象を教えてください。 1. 土木系 (主に PC), 2. 土木系 (主に PC 以外), 3. 建築系 (主に PC), 4. 建築系 (主に PC 以外), 5. その他	SA	
	Q3	あなたの年齢を教えてください。 1. 20代, 2. 30代, 3. 40代, 4. 50代, 5. 60代, 6. 70歳以上	SA	
非破壊検査・微破壊検査の実施の現状	Q4	PC 構造物のコンクリートの特性・損傷に関して、あなたが実施したことがある非破壊 / 微破壊検査業務 (発注・計画・実施・研究・開発など) についてお答えください。	MA	
		品質 (強度・弾性係数など) の調査		1. テストハンマー, 2. 超音波法, 3. 衝撃弾性波法, 4. 小径コア法
		ひび割れ (幅・深さなど) の調査		1. 超音波法, 2. 衝撃弾性波法, 3. AE 法, 4. X 線法, 5. デジタル画像処理
		内部欠陥 (浮き・剥離・空隙) の調査		1. 打音法, 2. 超音波法, 3. 衝撃弾性波法, 4. AE 法, 5. X 線法, 6. 電磁波レーダー法, 7. 赤外線法, 8. ファイバースコープ
	いずれも実施したことがない			
	Q5	PC 構造物の劣化に関して、あなたが実施したことがある非破壊 / 微破壊検査業務 (発注・計画・実施・研究・開発など) についてお答えください。	MA	
		中性化の調査		1. 小径コア法, 2. ドリル法
		塩害による劣化の調査		1. AE 法, 2. 電磁波レーダー法, 3. 小径コア法, 4. ドリル法
		凍害による劣化の調査		1. 超音波法, 2. AE 法
		アルカリ骨材反応の調査		1. 超音波法, 2. X 線法
いずれも実施したことがない				
Q6	PC 構造物の鉄筋・PC 鋼材・グラウトに関して、あなたが実施したことがある非破壊 / 微破壊検査業務 (発注・計画・実施・研究・開発など) についてお答えください。	MA		
	鉄筋の径・位置・かぶりの探査		1. 電磁誘導法, 2. X 線法, 3. 電磁波レーダー法	
	PC 鋼材の径・位置・かぶりの探査		1. 電磁誘導法, 2. X 線法, 3. 電磁波レーダー法	
	鉄筋の腐食度・破断の調査		1. 自然電位法, 2. 分極抵抗法, 3. 四電極法	
	PC 鋼材の腐食度・破断の調査		1. 自然電位法, 2. 分極抵抗法, 3. 四電極法	
	グラウトの充填性調査		1. 超音波法, 2. 衝撃弾性波法, 3. X 線法, 4. ファイバースコープ	
	残存プレストレスの調査		1. コア切込み法, 2. スリット法, 3. フラットジャッキ法, 4. 鉄筋解放ひずみ法	
	外ケーブルの張力測定		1. 振動法, 2. 磁歪法	
いずれも実施したことがない				
Q7	PC 構造物に対して、設問 4～6 のほかに実施したことがある非破壊 / 微破壊検査があれば、検査項目と検査方法を記載してください。(任意, 複数記載可) (記載例: ○○の調査を目的に△△法を使用した。)	FA		

分類	No.	アンケート内容	回答種類 ※1	
非破壊検査・微破壊検査の実施の現状	Q8	PC 構造物に対して、過去 3 年間で増えてきたと感じる非破壊 / 微破壊検査があれば、その検査項目・検査方法を表から選んでください。(複数回答可)	MA	
		品質 (強度・弾性係数など) の調査		1. テストハンマー, 2. 超音波法, 3. 衝撃弾性波法, 4. 小径コア法
		ひび割れ (幅・深さなど) の調査		1. 超音波法, 2. 衝撃弾性波法, 3. AE 法, 4. X 線法, 5. デジタル画像処理
		内部欠陥 (浮き・剥離・空隙) の調査		1. 打音法, 2. 超音波法, 3. 衝撃弾性波法, 4. AE 法, 5. X 線法, 6. 電磁波レーダー法, 7. 赤外線法, 8. ファイバースコープ
		中性化の調査		1. 小径コア法, 2. ドリル法
		塩害による劣化の調査		1. AE 法, 2. 電磁波レーダー法, 3. 小径コア法, 4. ドリル法
		凍害による劣化の調査		1. 超音波法, 2. AE 法
		アルカリ骨材反応の調査		1. 超音波法, 2. X 線法
		鉄筋の径・位置・かぶりの探査		1. 電磁誘導法, 2. X 線法, 3. 電磁波レーダー法
		PC 鋼材の径・位置・かぶりの探査		1. 電磁誘導法, 2. X 線法, 3. 電磁波レーダー法
		鉄筋の腐食度・破断の調査		1. 自然電位法, 2. 分極抵抗法, 3. 四電極法
		PC 鋼材の腐食度・破断の調査		1. 自然電位法, 2. 分極抵抗法, 3. 四電極法
		グラウトの充填性調査		1. 超音波法, 2. 衝撃弾性波法, 3. X 線法, 4. ファイバースコープ
		残存プレストレスの調査		1. コア切込み法, 2. スリット法, 3. フラットジャッキ法, 4. 鉄筋解放ひずみ法
		外ケーブルの張力測定		1. 振動法, 2. 磁歪法
	いずれも実施したことがない			
	Q9	差し支えなければ、今まで非破壊検査で用いた検査機器のうち、利用して満足したと感じた機器をひとつ挙げてください。また、その理由を教えてください。(任意、複数記載可) (記載例: デジタル画像処理工法における○○○工法。)	FA	
参考書籍	Q10	非破壊検査に関し、参考にしている主たる書籍をひとつ挙げてください。(別添 - 2 書籍リストより選択)	SA	
	Q11	「その他」を選択した方は、その書籍名を教えてください。(記載例: △△出版 橋の診断と□□ 2014 年)	SA	
	Q12	その書籍を選定した理由を教えてください。(複数回答可) 1. 価格が適当, 2. 内容が充実, 3. 分量が適切, 4. 難易度が適切, 5. その他	SA	
非破壊検査・微破壊検査技術への要望	Q13	興味があり、最新の情報が知りたい非破壊検査手法があれば表から選んでください。(複数回答可) 1. テストハンマー, 2. 電磁誘導法, 3. 打音法, 4. 超音波法, 5. 衝撃弾性法, 6. AE 法, 7. X 線法, 8. 電磁波レーダー法, 9. 赤外線法, 10. 小径コア法, 11. 自然電位法, 12. 分極抵抗法, 13. 四電極法, 14. ファイバースコープ, 15. デジタル画像処理, 16. コア切込み法, 17. スリット法, 18. フラットジャッキ法, 19. 鉄筋解放ひずみ法, 20. 特になし	MA	
	Q14	設問 13 の表のほかに、興味があり、最新の情報が知りたい非破壊検査手法があれば記載してください。(任意、複数記載可) (記載例: レーザー○○法を利用したひび割れ計測)	FA	
	Q15	非破壊検査とくに強く求めるものをひとつだけ挙げてください。 1. 検査精度の向上, 2. 検査機器の使用性向上, 3. 検査機器のコストダウン, 4. 発注方式の改善, 5. 検査の効率化, 6. 安全性の向上, 7. その他, 8. 特になし	SA	
	Q16	非破壊検査に関し、現状の課題や今後求められる技術を記載してください。(任意、自由意見) (記載例: 既設構造物の点検・診断の発注が増大している今、検査効率を向上する技術の開発と点検データを閲覧できるサービス普及が必要と考える。)	FA	

別添 - 2 書籍リスト

※ 国立国会図書館及び土木学会図書館の目録から「検査・診断・コンクリート」でキーワード検索した結果より作成

No.	書名	著者/編者 出版社	出版年
1	合格のためのコンクリート診断士試験講座	浅野慎一 著 インデックス出版	定期発刊
2	図解コンクリート構造物の非破壊検査技術	魚本健人 編著 オーム社	2008
3	わかりやすいコンクリート構造物の非破壊検査	笠井芳夫 編著 田村 博ほか 共著 オーム社	1996
4	コンクリート構造診断工学	魚本健人、加藤佳孝 共編 オーム社	2008
5	図解コンクリート構造物の総合診断法	小林一輔 編著 オーム社	2007
6	コンクリート構造物の非破壊検査・診断方法	谷川恭雄 監修 セメントジャーナル社	2004
7	鉄筋コンクリート造建物の耐久設計と診断・改修	依田彰彦 著 セメントジャーナル社	2008
8	短期攻略コンクリート診断士・試験合格の手引	セメント新聞社	定期発刊
9	短期攻略コンクリート診断士・試験合格のポイント解説	福手 勤ほか 著 セメント新聞社	定期発刊
10	図解 実務者のためのコンクリート診断用語辞典	小野 定 著 ナノオプトニクス・エナジー出版局	2011
11	コンクリート構造診断技術 (コンクリート構造診断士 講習会テキスト)	プレストレストコンクリート工学会 編 プレストレストコンクリート工学会	定期発刊
12	鉄筋コンクリート造建築物の耐久性調査・診断および補修指針 (案)・同解説	日本建築学会 編 丸善 (日本建築学会)	1997
13	コンクリート診断士合格必携: 試験問題と解答・解説	笠井芳夫、田澤榮一 監修 技術書院	定期発刊
14	新コンクリートの非破壊試験	日本非破壊検査協会 編 技報堂出版	2010
15	非破壊試験を用いた土木コンクリート構造物の健全度診断マニュアル	土木研究所、日本構造診断技術協会 編著 技報堂出版	2003
16	コンクリート構造診断入門	二羽淳一郎 監修 プレストレストコンクリート技術協会 編 技報堂出版	2011
17	コンクリート診断士受験対策講座	木村克彦ほか 共著 技報堂出版	2012
18	コンクリート構造診断士試験問題と解説	出雲淳一 監修 技報堂出版	2011
19	コンクリート構造物の診断と補修: メンテナンス A to Z	R.T.L.Allen ほか 編 宮川豊章ほか 訳 小柳 治 監修 技報堂出版	1995
20	コンクリート構造物の非破壊検査	魚本健人ほか 共著 小林一輔 編集 森北出版	1990
21	コンクリートの組織構造の診断	鈴木一孝ほか 共著 小林一輔 編集 森北出版	1993
22	コンクリート構造物の早期劣化と耐久性診断	小林一輔 著 森北出版	1991
23	鉄筋腐食の診断	小林豊治ほか 共著 小林一輔 編集 森北出版	1993
24	非破壊・微破壊試験によるコンクリート構造物の検査・点検マニュアル	土木研究所、日本非破壊検査協会 編著 大成出版社	2010
25	コンクリート診断学入門: 建造物の劣化対策	魚本健人 著 朝倉書店	2004
26	コンクリート診断士試験合格指南	十河茂幸、平田隆祥 著 日経コンストラクション 編 日経 BP 社	定期発刊
27	これから始めるコンクリート補修入門講座 ビデオ版	松村英樹 監修 日経 BP 社	2006
28	コンクリート診断技術 (コンクリート診断士 講習会テキスト)	日本コンクリート工学会 編 日本コンクリート工学会	定期発刊
29	コンクリート構造物の耐久性診断・評価手法に関する規準案	日本コンクリート工学会協会耐久性診断研究委員会 編 日本コンクリート工学会協会	1988
30	コンクリート構造物の非破壊試験	日本技術検査協会 編 日本技術検査協会	1985
31	コンクリートの非破壊検査方法: 建産協規格集	日本建材産業協会 編 日本建材産業協会	2003
32	コンクリート強度推定のための非破壊試験方法マニュアル	日本建築学会 編 日本建築学会	1983
33	コンクリートの非破壊試験法に関する研究の現状と問題点	日本建築学会 編 日本建築学会	1981
34	コンクリート構造物の劣化診断技術	日本工業出版「検査技術」編集部 編 日本工業出版	2011
35	コンクリートの非破壊試験法: 日欧米の論文・規格・文献	柏忠二 編著 富士物産	1981
36	コンクリート構造物の非破壊試験法	日本非破壊検査協会 編 養賢堂	1994
37	コンクリート構造物の検査・診断: 非破壊検査ガイドブック	魚本健人 監修 加藤佳孝、非破壊検査研究会 編著 理工図書	2003

【2014年10月21日受付】