

コンクリート内埋設物X線探査における安全取り組み

環境技術部担当部長 黒木 寧

Keyword：X線探査、コンクリートレーダー探査、コンクリート埋設物、安全関連書類、フィルム判定、X線作業主任者

1. はじめに

既存 RC 建物の改修工事を実施する際、コンクリートに埋設されている電線等埋設物の切断による事故を防止するため、当社では事前のX線探査やレーダー探査を調査事業として全国で実施している。

X線探査およびレーダー探査に関する報告としては、本誌 No.22（2011年）の「建築物の非破壊探査とその探査限界について」で判定の限界について報告しているが、今回は、全国共通の仕様で実施している調査者・第三者の労働災害防止の取り組み、また設備事故防止のための探査結果の品質担保方法について紹介する。

2. コンクリート部材の埋設物の調査

既存建物の改修工事において、コンクリートの床・壁の穿孔や開口取付け等が行われる際、ダイヤモンドドリルによるコア抜きやブレーカーによる研り、またはドリルによるアンカー打ちが実施される。

既存ビルのコンクリート埋設電線管の電力線や制御線は生きた電線であり、これを傷つけないようにしなければならない。また万一、切断やコア抜きで使用する水による漏電・感電事故が発生すると、設備事故や人身事故の他、当該ビルオーナーやユーザに多大な迷惑・被害を及ぼすこととなる。

工事前の事前探査の方法として、X線撮影による探査は非常に有効な手段であるが、その撮影時には労働安全衛生法に基づく「電離放射線障害防止規則」に則り、労働者および第三者の放射線被ばくの低減対策を実施しなければならない。また探査結果フィルムを読み取り判定するには、熟練した技術が必要とする。特に注意を要することは、X線探査結果である埋設物の位置情報を工事責任者へ確実に伝達することである。

X線探査は、コンクリート内部の埋設物（鉄筋、電線管等）を特定できる点において、他のどの探査手法よりも優れているが、探査可能なコンクリート厚に制限があり、撮影できる寸法が15～20cm 四方に限られる、コンクリート壁（床）の裏面側にフィルムを設置しなければならない、撮影箇所数が多くなるとコストが増大すると

いう難点がある。

一方、コンクリートレーダー探査は、電磁波を利用して埋設物（鉄筋、電線管等）を検出する手法で、X線と比較して一度に大量の面積、深さを探査でき、コスト的には優れているが、埋設物の種類の特定ができないことと、片面からの探査深さや精度に制限があるという弱点がある。

発注者等はこれらの探査方法について、物理的な探査限界や作業の危険性、必要度、コストの面から採用の可否、また部位による使い分けを判断することになる。

3. X線探査業務の概要

X線探査の調査受託の形態には、主に次の2通りがあり、それぞれの形態にあった安全管理が必要となる。

1つ目は、建物オーナーまたはビル管理者から調査を委託される場合である。この場合は、本業務受託責任者として主体的に、事前に当該ビル管理者に安全管理計画の説明や入居者への周知を行い、X線探査当日にはビル管理者の指示の元に安全計画に則った安全対策を実施していくことになる。

2つ目は、工事中に工事請負会社から調査工事という位置付けで発注され、一次下請または二次下請会社として調査を請負う形態となる場合である。このときは工事現場での調査になり、工事元請会社の統括管理の安全衛生管理体制の元での下請会社の扱いとなり、建設業法および労働安全衛生法に従うことになる。

当環境技術部が所掌する2012年度のX線探査の受託案件では、撮影枚数が1現場あたり平均24枚、1日あたり平均16枚、そして撮影枚数が5枚までの現場数が全体の45%、10枚までが65%、30枚までが86%である。撮影枚

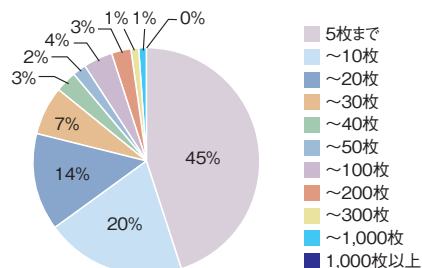


図1 2012年度X線探査フィルム枚数別現場数比率

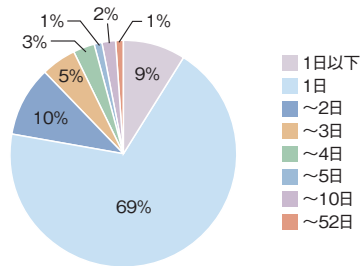


図2 2012年度X線探査日数別現場数比率

数が少ない現場が多く、1チームで1日フル稼働となる案件は少ない（図1、2）。

4. 工事現場における労働災害防止の取り組み

工事現場でX線探査を行う場合の、調査者・第三者に対する安全取り組みについて述べる。

4.1 X線探査業務のフロー

図3に、工事におけるX線探査業務のフローを示す。このフローの網掛け部分が労働災害防止および切断事故防止の取り組みである。

労災保険加入は統括管理の元請責任であるが、業務実施にあたって、その他第三者賠償責任保険に加入し、万一の場合に備えている。

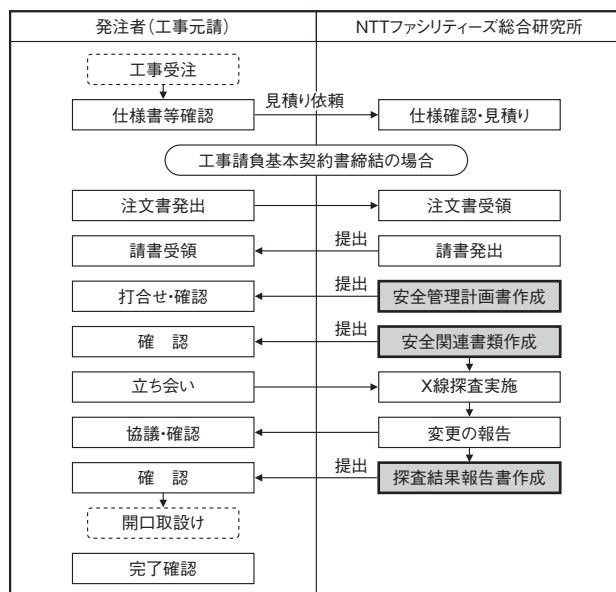


図3 X線探査業務のフロー

4.2 工事現場入場にかかわる安全関連書類の事前準備

建設業法および労働安全衛生法ほかによれば、元請業者の統括安全衛生管理体制の基にある工事現場では、下請業者として請負金額の多少にかかわらず、必要書類を作成しなければならない。また下請負人はその請負った建設工事をさらに他の建設業を営む者に請負させたとき（再下請負通知人）には、再下請負通知書を作成し、添付書類と併せて元請業者に提出する必要がある。

この再下請負通知書および添付書類を安全関連書類と

表1 工事現場で下請会社が提出する安全書類一覧

様式 第1号—甲	建設業法、雇用改善法等に基づく届出書(変更届)(再下請負通知書様式 一次下請⇒元請)	建設業法第24条の7—② 下請負人による再下請通知
様式 第1号—乙	下請業者編成表	
(参 考)	施工体制台帳作成建設工事通知	建設業法施行規則第14条の3—①
(参 考)	施工体制台帳 工事作業所災害防止協議会兼 施工体系図	建設業法第24条の7—① 建設業法第24条の7—③
全建統一様式 様式 第2号	作業員名簿(一次下請用)	労働安全衛生法30,16,14条
様式 第5号別紙	社会保険加入状況調査票	
様式 第4号	持込「電気工具等機械等」電気溶接機」使用届	安衛則
様式 第5号—甲	持込機械届受理証	安衛則
様式 第5号—乙	持込機械届受理証(ラベル)	安衛則
様式 第6号	工事用車両届	安衛則
様式 第9号	安全衛生管理計画書	安衛則
様式 第10号	事業所安全衛生管理計画書	安衛則
様式 第11号	新規入場時等教育実施報告書	安衛則
様式 第12号	作業 予定報告書 指 示 書	安衛則
様式 第13号	安全ミーティング・危険予知活動報告書	安衛則
その他	安全誓約書	
その他	送り出し教育実施報告書	

呼ぶが、一次下請でX線探査のように少額ながら複数の工事元請と取引している当社は、工事元請ごとにその書式による書類を作成し、提出している。

最近では、元請会社と下請会社との情報共有の一環として、建設業にかかわる安全書類としての全建統一書式（全国建設業協会）が採用されている。表1に工事現場に入場するために必要とされる全建統一様式による安全衛生書類一覧と、その根拠となる法令名を示す。主な安全衛生書類の概要を以下に紹介する。

1) 施工体制台帳

工事元請会社は、公共・民間を問わず、特定建設業者が発注者から直接建設工事を請負った場合において、当該建設工事を施工するために締結した下請契約の請負代金の総額が3,000万円（建築一式工事は4,500万円）以上となる場合は、施工体制台帳および施工体系図を作成しなければならない（建設業法第24条の7（施工体制台帳および施工体系図の作成等））。

施工体制台帳に記載すべき下請負人の範囲は、「建設工事の請負契約」におけるすべての下請負人を指すので、一次下請だけでなく二次下請、三次下請等も記載の対象となる（建設業の許可を受けていない者を含む）。

2) 社会保険加入状況調査票

建設業における社会保険未加入問題への対策として、国土交通省より2012年に「社会保険の加入に関する下請指導ガイドライン」が施行された。

特定建設業者および下請負人が、その請負う工事における下請負人等の保険加入状況を把握することを通じて、適正な施工体制の確保に資するよう、法第24条の7第1

項に基づき特定建設業者が作成する施工体制台帳の記載事項および同条第2項に基づき下請負人が特定建設業者に通知すべき事項に、健康保険等の加入状況を追加記載することとしている。

3) 安全誓約書

工事現場所長（工事元請会社現場代理人）宛に、下請会社代表者名で、元請要求の様式に則り提出する。

4) 送り出し教育実施

「送り出し教育」は、作業者が新しい現場に入る前（送り出す前）にその作業現場の環境・現場のルールを把握させ、潜在している危険を防止し、安全に作業を行うための教育である。

「送り出し教育」は、就労場所（現場）が変わる際、下請会社によって実施することになり、教育対象者は、初めてその作業所に入場するすべての作業員である。その教育内容は以下のとおりである。

- ・現場の状況：工事概要、工事規模、工期。
- ・作業所規律：統括安全衛生責任者・元方安全衛生管理者の氏名、安全衛生管理体制、安全衛生管理方針、現場特有の規律・ルール、工程計画、緊急時の連絡体制。
- ・安全行事等：安全管理計画、安全施工サイクル。
- ・自社の行う工事内容および作業エリアの状況。
- ・その他の労働災害防止のために必要な事項：作業手順、有資格者・持込機械・安全設備・保護具。

送り出し教育の実施結果を、元請会社の所定様式「送り出し教育実施報告書」に則り作成し提出する。

4.3 工事現場における安全対策

図4にX線探査手順を示す。

X線探査の実施における安全対策の詳細を、「コンクリート内X線探査要領書」として定めている。

5. 探査結果の品質担保による事故防止

X線撮影を行ったフィルムを元に、埋設物の有無を識別することになるが、撮影フィルムの場所の取り違いや撮影したフィルムの読み取りミス、撮影結果の伝達の中でのあいまいさを防止する必要がある。

5.1 撮影されたフィルムの判定基準

撮影されたフィルムの判定基準について、当社では「コンクリート内X線探査要領」に定め、フィルムの読み取りミスを防止している。

なお、現場調査員は2名構成とし、2名でフィルム判定基準に従い、結論を出すこととしている。

1) 下記の事項に該当するフィルムは再度撮影する

- ①一個の穴明け箇所を撮影する場合でフィルムにクロスゲージ（図5）の交点があくく写っていないか、必要とするサイズの円ゲージの全体が写っていない場合。

作業開始	
作業前打合せ	●新規入場教育などの必要書類に記入し、KYを実施する。 ※事前周知が行われていることを確認する。
撮影箇所確認	●コア穿孔の場合は外径、開口部は開口寸法を確認する。 また、その場所に合った撮影方法を選択する。
機材搬入	●機器搬入経路を確認する(台車および人カールト)。
立入禁止区域設置	●X線装置側は半径5m、フィルム側は半径1mの位置に立入禁止看板を設置する。周辺線量を測定し、管理値以下であることを確認する。 ※第三者が多く動線を遮断できないときは、ガードテープ等使用。
撮影準備	●撮影位置に有効範囲限定ゲージを貼付け、X線装置はエージング(暖機運転)を行う。
X線装置設置	●X線装置を撮影箇所に水平・垂直にセットし、転倒しないように固定する。コントローラーは装置の見える位置にセットする。
フィルム設置	●撮影位置の裏側に芯出しを行い、フィルムを貼付け、装置側のX線作業者に連絡をとる。
X線照射	●装置側・フィルム側の監視体制をとり、立入禁止区域に第三者がいないことを確認し、コントローラのスイッチを入れる。
立入禁止区域解除	●撮影完了後コントローラのスイッチを切り、立入禁止区域を解除して、第三者が通行できるようにする。
現像・判定	●現像は現像車の暗室で実施する。電気配管その他障害物の有無を確認し、再撮影の有無を検討する。
マーキング	※有効範囲内で予定通り穴明けができることを確認する。 ※有効範囲内で穴明けができないときは、現場代理人に報告し対処方法を検討する。
注意喚起シール貼付	●マーキングの確認とともに、現箇所に注意喚起シールを貼付ける。
探査結果報告	●探査結果報告は、現箇所のけがき結果を示しながら現場代理人に報告する。 ※作業日報に予定の穴明けができることを明記し、現場代理人のサインをもらう。
片付け・清掃	●装置工具類の片付けを行い、周囲の清掃を行う。
機材搬出	●確認した搬出経路に従って機材搬出を行う。
作業終了報告	●作業が一切終了したことを現場代理人に報告し、退場する。

図4 X線探査手順

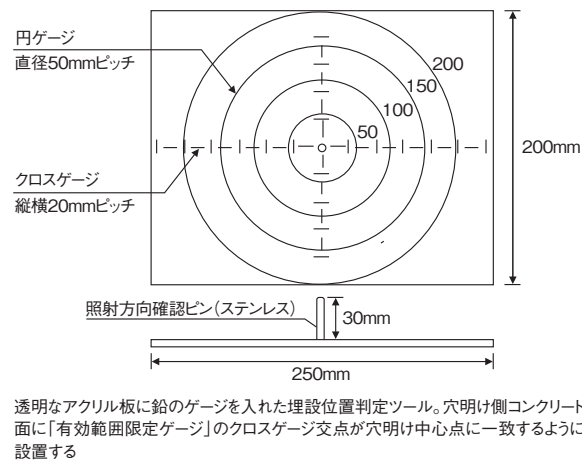


図5 有効範囲限定ゲージ

- ②複数個の穴明け箇所を一度に撮影する場合で、切断不可の埋設物が円ゲージと接近して写った時に、接触回避逃げ寸法の判断ができない場合。
- ③有効範囲限定ゲージの探査部位番号と、フィルム側の

探査部位番号が異なる場合。

- ④鉄筋の影等で埋設物の有無の判断が難しい場合。
 - ⑤撮影した画像が極端に濃い、極端に薄い、コントラストがない場合。
 - ⑥有効範囲限定ゲージが写っていない場合。
 - ⑦穿孔・研り等の位置が変更になった場合。
- 2) 次のフィルムについては、識別度の観点から判断不可とする
- ①再度撮影を行っても、有効範囲限定ゲージの識別が困難[※]な場合。
 - ②鉄筋の画像の識別が困難な場合。
 - ③再度撮影を行っても、散乱線等により「フィルムかぶり（2重露光）」の影響が大きい場合。

※コンクリート構造物の撮影を行った場合、フィルム上で判断の容易な順番は、鉄筋・鉄管の電線管・CD管・塩ビ管の順番であり、鉄筋が識別できることが他の電線管が識別できることとはならない。このため判断の目安として、有効範囲限定ゲージの識別を判断のできる基準としている。

- 3) 次のフィルムについては、鉄筋の背後に電線管が隠れている可能性があるため、識別が困難であり障害物ありと判断する
- ①フィルム上で直径20mmを超える鉄筋が確認された場合。
 - ②フィルム上で鉄筋が重なって写っていて、重なり部分の細い箇所が20mmを超える場合。
 - ③フィルム上で鉄筋が2本平行に走り、間隔が3mm以下で鉄筋の外側が20mmを超える場合。
 - ④フィルム上で8mm以下の丸棒が確認された場合（アース線のような電線を鉄筋と判断する可能性があるため）。

5.2 発注元現場責任者への結果の引き継ぎ

撮影の判定結果と位置情報を成果物として、発注元現場責任者に提出し、情報を確実に伝達する。

1) コンクリート内X線探査報告書

X線探査報告書には、作業終了確認および印（サイン）を受領。

2) ファイルに納めた現像済みフィルム

3) X線撮影結果のけがき図

けがき図は、コア削孔等の施工側のコンクリート面（床・壁）にガムテープ貼付の上、有効範囲を明示し、探査状況を記入する。

4) けがき箇所への注意喚起シール（57×36mm）添付（図6）



※書込みが終わった時点で現場代理人に必ず説明する

図6 注意喚起シール

6. おわりに

全国のNTT通信ビルの工事では、人身事故・設備事故防止のためにコンクリート部材の穿孔や開口取設けには必ず事前の埋設物探査を実施することになっている。近年の改修工事では、探査箇所が300mmを超える箇所での感光濃度の薄いフィルムでの判定やレーダー探査併用による判定が増えている。このため工事監理者や現場代理人への適正な探査方法を積極的に提案するとともに、業務の品質を担保するために、各地域各現場への技術者の適正配置と判定スキルの維持に継続的に取り組んでいる。

付録 コンクリート内X線探査要領書(抜粋)

2.1 安全作業の基本事項

X線探査作業の実施にあたっては、照射時間の短縮、遮蔽の利用、隔離距離の確保等により不必要な被曝を避けるようにする。

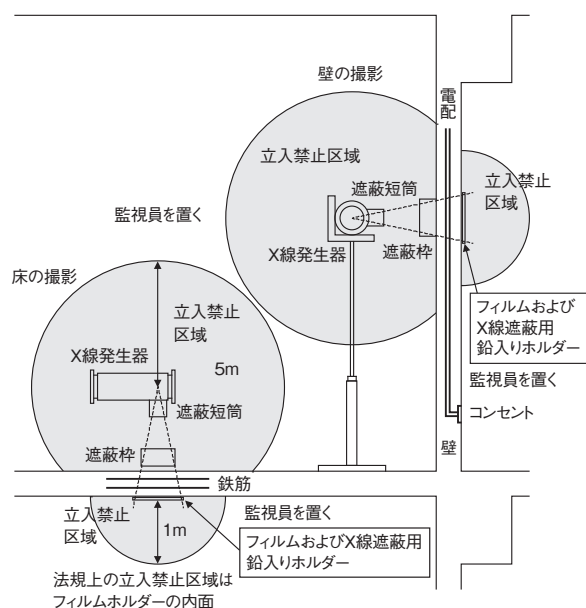
2.2 X線探査従事者

X線探査機器を操作する者（補助者を含む）、フィルムを装着する者等、立入禁止区域内に担当業務を持つ者を従事者とする。なお、18歳未満の者を放射線作業に従事させてはならない。

2.3 立入禁止区域の設定と作業管理

(1) 立入禁止区域の設定

- ・立入禁止区域は放射線源より5mまたは1ミリシーベルト（Sv：電離放射線の線量単位）/週を超える恐れのある区域とする。
- ・フィルム側の立入禁止区域は、最低1mを立入禁止区域とする（付図）。



付図 X線照射状況と立入禁止区域

(2) 立入禁止区域における作業管理

- ・立入禁止区域においては、立入禁止区域ごとにX線作業主任者を選任し、その者に立入禁止区域の設定、管理、標識および遮蔽等の安全管理上の措置を行わせる。

(3) 立入禁止区域の明示

- ・定められた立入禁止区域を立入禁止看板でわかりやすく明示する。
- ・立入禁止区域への進入経路が多い場合や第三者が誤って立ち入ることが考えられる場合には、すべての動線を封鎖する。カラーコーン、ガードテープ等による区域の明示や監視員を適切に配置することにより対処する。

2.4 被曝線量の測定・評価

(1) X線探査従事者は、線質、エネルギーに即応するフィルムバッチおよびポケット線量計により照射線量を測定する。

(2) フィルムバッチおよびポケット線量計は、探査作業中必ず着用する。

(3) フィルムバッチは、1カ月以内に現像評価する。ポケット線量計は、毎日線量を読みとり記録保存する。

2.5 X線作業従事者の健康診断

X線作業従事者は、以下の健康診断を行う。

(1) 電離放射線健康診断：

全体（血液、眼、皮膚等）	6カ月に1回
部分（眼、皮膚等）	6カ月に1回

(2) 一般健康診断： 6カ月に1回

2.6 X線探査技術者の要件

X線探査技術者は、次の資格および当社が実施する安

全管理講習会で交付される「コンクリート内X線探査受講証」の所持者を要件とする。

①X線作業主任者：1チーム（X線発生器1台）に1名以上。

②放射線透過試験（NDI）2種以上：1チームに1名以上。

③コンクリート内X線探査受講者：チーム内全員。

2.7 安全管理要領の遵守

X線探査従事者は、この安全管理要領を遵守するものとする。遵守できないX線探査従事者は、一定期間のX線探査従事を禁止する。

〔参考文献〕

- 1) コンクリート内X線探査要領書, 2013年, NTTファシリティーズ総合研究所
- 2) 労働安全衛生法「電離放射線障害防止規則」, 厚生労働省安全衛生部編平成14年度版
- 3) 近藤友厚：建築物の非破壊探査とその探査限界について, NTTファシリティーズ総研レポート, No.22, 2011.6
- 4) 全建統一様式改訂3版, 全国建設業協会



くろき やすし
黒木 寧

環境技術部担当部長

建築・環境に関する調査診断、X線探査、建築物の定期報告等の法令に関する調査業務に従事
一級建築士、マンション管理士、エネルギー管理士、一級管工事施工管理士、コンクリート主任技士、コンクリート診断士
日本建築学会会員

Synopsis

Undertakings to Ensure the Safety in X-ray Imaging of Buried Object in Concrete

Yasushi KUROKI

Drilling holes or creating openings in concrete floors or walls, for example, during repair work in existing buildings, involves the performance of procedures such as core drilling using a diamond drill, chipping using a breaker and anchor bolt placement using a drill.

Because they carry live electricity, care must be taken not to damage elements such as power or control cables in buried concrete electrical conduits in existing buildings. The occurrence of emergencies such as cable severance or electrical leakage or electric shock caused by the water used may lead not only to personal injury or death, but expose the owner or users of the building concerned to immeasurable inconvenience and damage.

While the use of X-ray imaging is one extremely effective method of performing pre-construction surveys, measures must be taken when performing X-ray imaging to mitigate the exposure of workers and third-parties to radiation in accordance with the “Ordinance on Prevention of Ionizing Radiation Hazards” based on the Industrial Safety and Health Act. Moreover, reading the film to judge the survey results requires a high level of proficiency and technique. One aspect requiring particular caution is ensuring that information on the position of buried objects revealed by the results of X-ray surveys is accurately reported to the person responsible for construction.

This paper presents measures to ensure the safety of surveyors and third parties implemented in accordance with specifications common nationwide and methods of assuring the quality of survey results.