

<カナダ法>

1) 使用器具および材料

- ① コンクリートコアドリル：直径 100mm、長さ 250mm 以上のコアが採取できるもの
- ② 湿気箱：温度 40℃、湿度 100%の条件が維持できるもの

2) 測定方法

- ③ 直径 100mm、長さ約 250mm 以上のコアを採取し（JIS A 1107）、乾燥や炭酸化の影響を受けないように現地で抜き取り、直ちに厳重に密封し試験室に運ぶ。
- ④ 供試体に金属製バンドを取り付け、恒温室内にて膨張量を測定した後、温度 40℃、相対湿度 100%の湿気箱にて残存膨張量を測定する。

3) 評価

上記の測定で 0.1%以上の膨張量が確認できた場合に残存膨張性ありと判定する。

4) 修復

コンクリートコアを採取した孔は、採取後にポリマーセメント等によって修復する。
採取本数については、現地状況に応じて採取すること。

6 鋼製橋脚隅角部疲労調査

6. 1 調査概要

鋼製橋脚隅角部疲労の詳細調査では、渦流探傷試験（JIS G 0568）を実施する。また、必要があれば磁粉探傷試験（JIS Z 2320）も実施する。

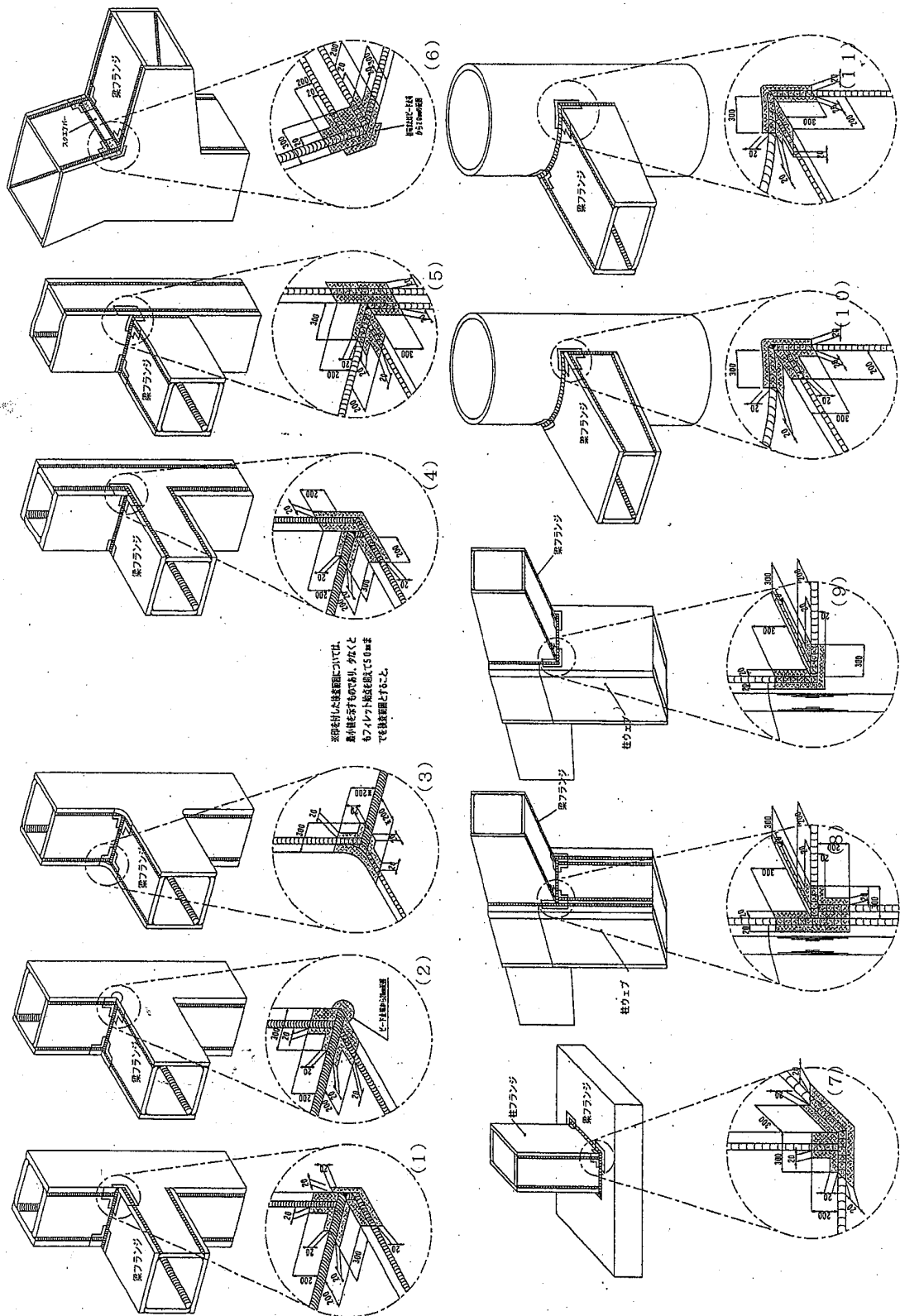
鋼部材の主な非破壊検査方法の種類と特徴を表-6.1 に示し、鋼製橋脚隅角部疲労調査の主な調査箇所を図-6.1 に示す。¹¹⁾

導電帯の表面にきずがあったり、表面の電氣的、磁氣的な性質が変化していると、表面に発生している渦電流が変化する。この現象を利用して、きずの試験や材料の選別など、試験体を破壊しないで試験することを渦流探傷試験という。

初期の施工不良を確認することが目的であるため、鋼製橋脚隅角部全数を調査対象として実施する。

表-6.1 鋼部材の主な非破壊検査方法の種類と特徴¹²⁾

種 類	概 要	長 所	短 所
磁粉探傷試験 JIS G 0565	きれつ部分に磁粉を吹き付け電磁石や永久磁石により磁界を発生させ、きれつ部分に滞留した磁粉（一般に蛍光磁粉を用いる）に紫外線を照射して損傷部として検出する。	①表面きれつの形状および寸法の測定精度に優れる。 ②微細なきれつの長さを測定するのに有効である。	①内部欠陥は検出できない。 ②きれつの検出には塗膜を除去する必要がある。 ③表面の凸凹が著しい場合には結果の判定を誤りやすい（アンダーカット、ビート波目）。
渦流探傷試験 JIS G 0568	交流を流したコイルに発生する渦電流の変化を電氣的信号として探知し信号の振幅および位相から損傷部の程度を把握する方法。	①表面に現れたきれつの検出に適している。 ②塗膜上からの検査が可能。 ③検査時間が短い。	①内部欠陥は検出できない。 ②正確な寸法測定は困難。



注記
 1. 梁フランジと柱フランジとの接合部については、
 梁フランジと柱フランジとの接合部、
 もしくは梁フランジと柱フランジとの接合部、
 でも接合部とする。

注) 着色部は検査範囲を示す。

図-6.1 主な調査箇所

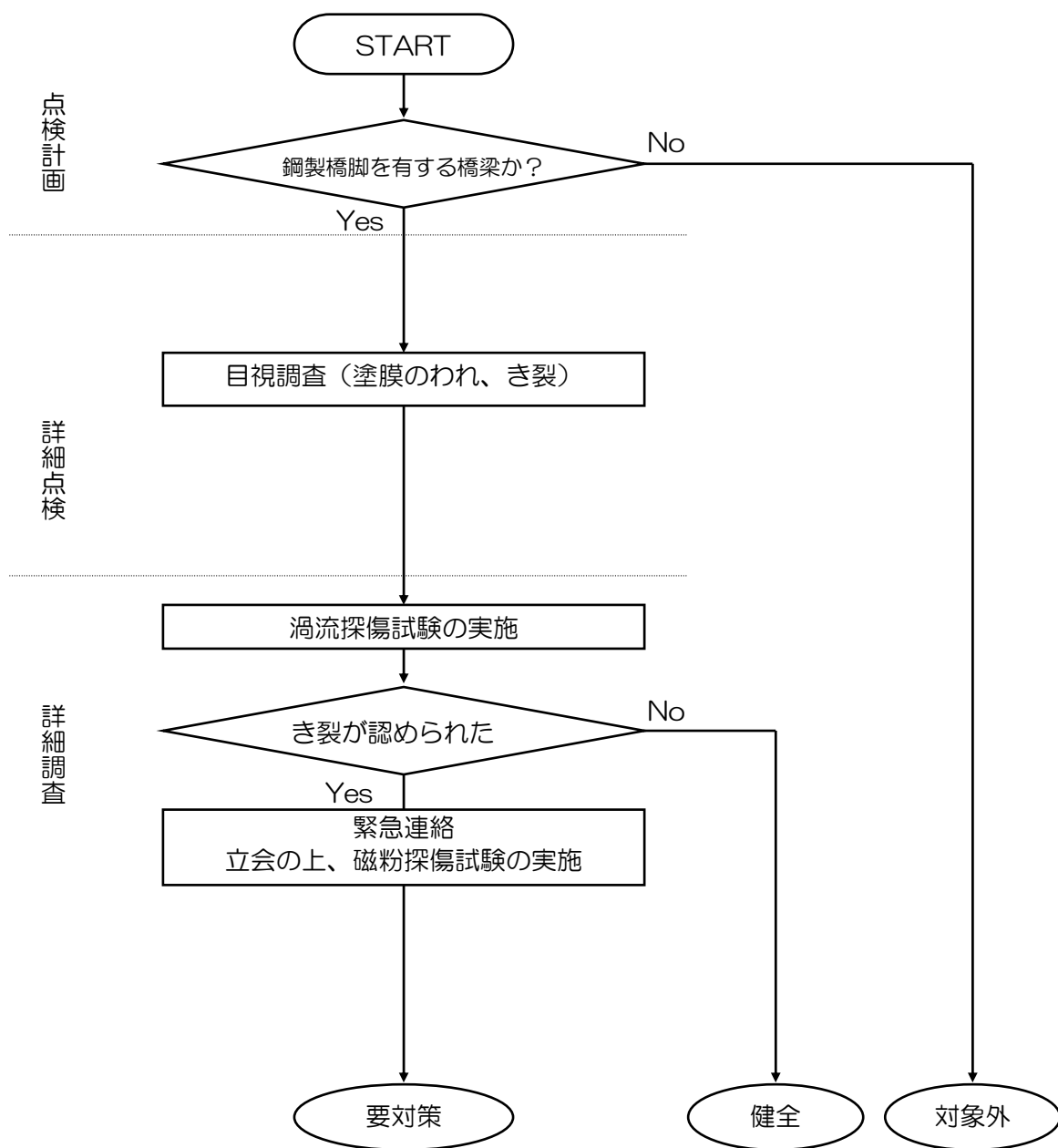


図-6.2 鋼製橋脚隅角部疲労調査のフロー

点検計画の方法：橋脚の種類を判定し、鋼製橋脚であれば要調査、鋼製橋脚でなければ対象外とする。

詳細点検の方法：目視によって疲労が懸念される損傷（塗膜のわれ、き裂）の有無を確認し、無ければ健全、あれば要調査とする。

詳細調査の方法：疲労が懸念される損傷に対して、渦流探傷試験を実施し、き裂の程度を確認する。（必要があれば磁粉探傷試験も実施）

6. 2 試験方法および評価方法

渦流探傷試験は、塗膜上からの探傷が可能であることから、目視点検にて亀裂の発生が疑わしい箇所を、塗膜除去することなく検査できる利点があり、検査後の塗膜の補修を考えると非常に有望な非破壊検査方法である。しかしながら、渦電流は、きずの存在以外にも、試験体の形状や材質、試験コイルの大きさによっても変化することから、調査においては注意が必要である。したがって、試験にあたっては、事前に対比試験片を用いて欠陥の判定精度を確認しておくことが重要である¹³⁾。

1) 使用器具および材料

- ③ 探傷器：形式、試験周波数、指示の表示方法は、試験の目的に合った性能をもつものとする。
- ④ 記録装置：記録装置は、探傷器から得られたデジタル又はアナログ出力を記録するもので、目的に適した方式、性能をもつものとする。
- ⑤ 対比試験片：対比試験片は試験装置の整合性能の確認、基準感度を含む試験条件の設定及び確認のために用いる。

2) 測定方法

目視点検にて亀裂の発生が疑わしい箇所に対して塗膜の上から渦流探傷試験を実施し、きずの有無を確認する。

3) 評価

きずが確認された場合は、塗膜を除去し、磁粉探傷試験等によって疲労亀裂か否かを確認し、疲労亀裂であれば亀裂の大きさと先端を確認する。

4) 修復

塗膜を除去した場合は、部分補修（塗り替え）を実施する。

7 塩害調査

7.1 調査概要

塩害の詳細調査では、ドリル法による含有塩分量調査¹⁾を実施する。コンクリートの含有塩分量の調査は、JCI-SC8¹⁴⁾によってコンクリートコアを採取し、スライスして粉碎したものをJIS A 1154の電位差滴定法によって含有塩分量を測定するのが一般的であるが、この方法では試料の採取位置や数量に制約を受けることやコアのスライスや粉碎に費用を要すること等から、試料の採取にはコンクリートハンマードリルによる削孔粉を用いる方法（ドリル法^{15) 16)}）を採用する。

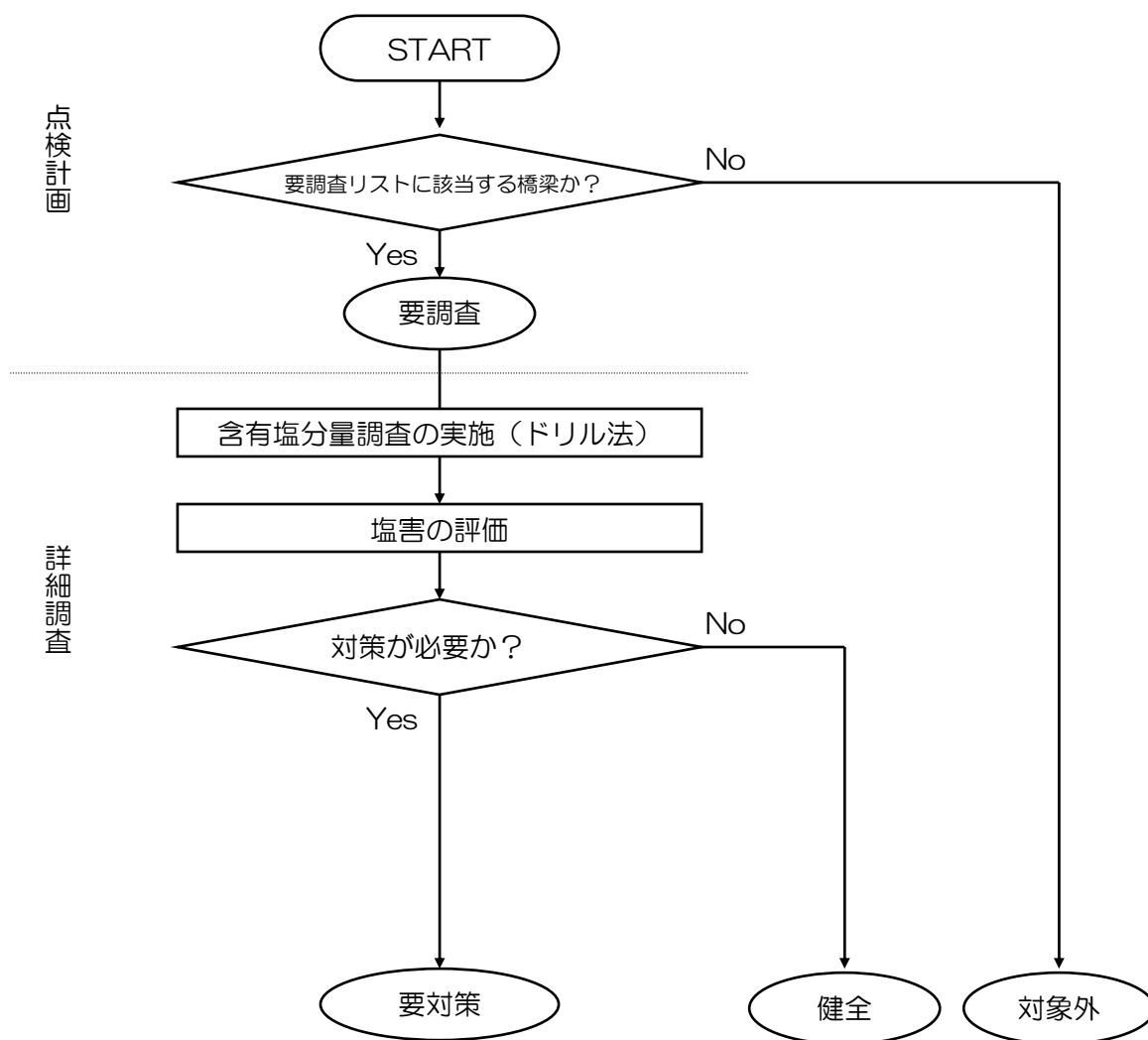


図-7.1 塩害調査のフロー

点検計画の方法：塩害地域でかつコンクリート部材があるか否か判定し、あれば要調査、なければ対象外とする。

詳細調査の方法：含有塩分量試験（ドリル法）を実施し、塩害の評価を行う。

対策の方法 ：対策を施した場合は、対策済とする。

7. 2 試験方法および評価方法

ドリル法による含有塩分量調査は、以下の方法により実施する。

1) 試料採取箇所

塩害調査では、かぶりが比較的大きく鉄筋の間隔も広い下部構造（橋台または橋脚）を対象として、塩化物イオン試験を行う。※

調査箇所数は、1 橋梁あたり 1 箇所を原則とし、橋梁の規模が大きい場合には、5 径間あたり 1 箇所程度を目安に調査箇所を増やす。調査箇所数を複数とする場合には、周辺環境の違いなどを考慮して、なるべく離れた箇所を選定する。

橋台または橋脚の中での試料採取位置は、主な塩分の供給原因・構造物の形状・風向き・上部構造との位置関係などを総合的に考慮して、外部からの塩分が付着しやすい位置とする。また、今後も調査位置近傍で定期的に試料採取を行うことを考慮し、作業の容易さや美観に与える影響なども検討したうえで、試料採取位置を決定する。

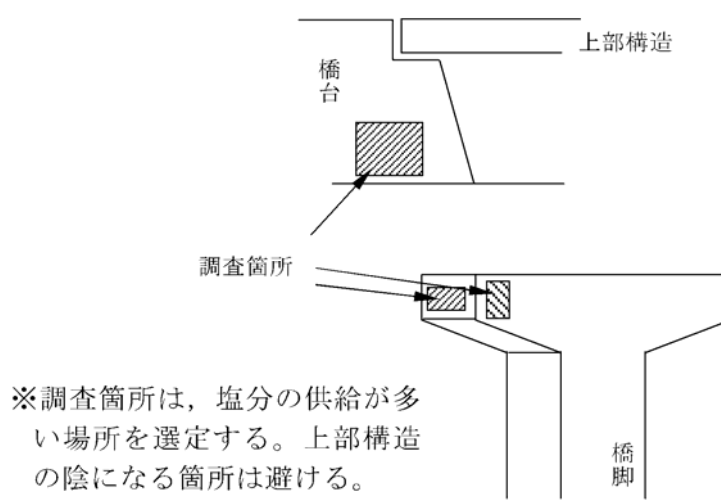


図-7.2 試料の採取箇所の例

※ 構造物の健全度を詳細に調査するという目的からは、塩分が比較的付着しやすく、かつかぶりも小さくなりがちな上部構造の桁下面などで試料採取を行って、塩化物イオン量の試験を行うのが理想的である。しかし、このような箇所には、鉄筋や PC 鋼材などが密に配置されているので、調査時の試料採取のために鉄筋等を傷つけてしまうおそれがあるため、下部構造を対象とした。

2) 使用器具および材料

- ① コンクリートハンマードリル：携帯型振動式ドリルとし、JIS C 9605 に規定するもの又はこれに準ずるもの。
- ② ドリルの刃：コンクリート削孔専用で、直径 20 mmのもの。
- ③ 分析装置：JIS A 1154 に準じて硬化コンクリート中の塩化物イオン濃度を測定できるもの。

3) 測定方法

- ① RC レーダー等によって鉄筋の位置とかぶり厚さを測定する。
- ② 試料の採取位置を、鉄筋に当たらないように水平方向約 5cm 間隔で 3 点決定する。
- ③ 4 点の試料の採取位置をコンクリートハンマードリルによって削孔し、深さ方向に 0～30mm（表面部）、30～60mm（中間部）、60～90mm（深部）、90～120mm（深部）の試料を採取する。
- ④ 試料の採取位置の近傍において中性化深さを測定する（中性化深さ調査 参考）。
- ⑤ 収集した試料の含有塩分量を JIS A 1154 に準じて分析する。

4) 評価

鉄筋位置の塩化物イオン濃度を記録する。鉄筋位置の塩化物イオン濃度が発錆限界濃度（ 1.2kg/m^3 ）を超える場合は、要対策とする。

5) 修復

削孔した孔は、試験終了後にセメントペースト、モルタルまたはコーキング材を充填して修復する。

8 鋼床版疲労調査

8. 1 調査概要

鋼床版の詳細調査では、詳細点検で塗膜の割れやき裂が確認された箇所に対して渦流探傷試験（JIS G 0568）を実施する。また、必要に応じて磁粉探傷試験（JIS G 0565）や応力頻度測定（14参照）も実施する。

鋼部材の主な非破壊検査方法の種類と特徴を6. 1の表-6.1に示し、鋼床版疲労き裂の主な発生箇所を図-8.1に示す¹⁸⁾。

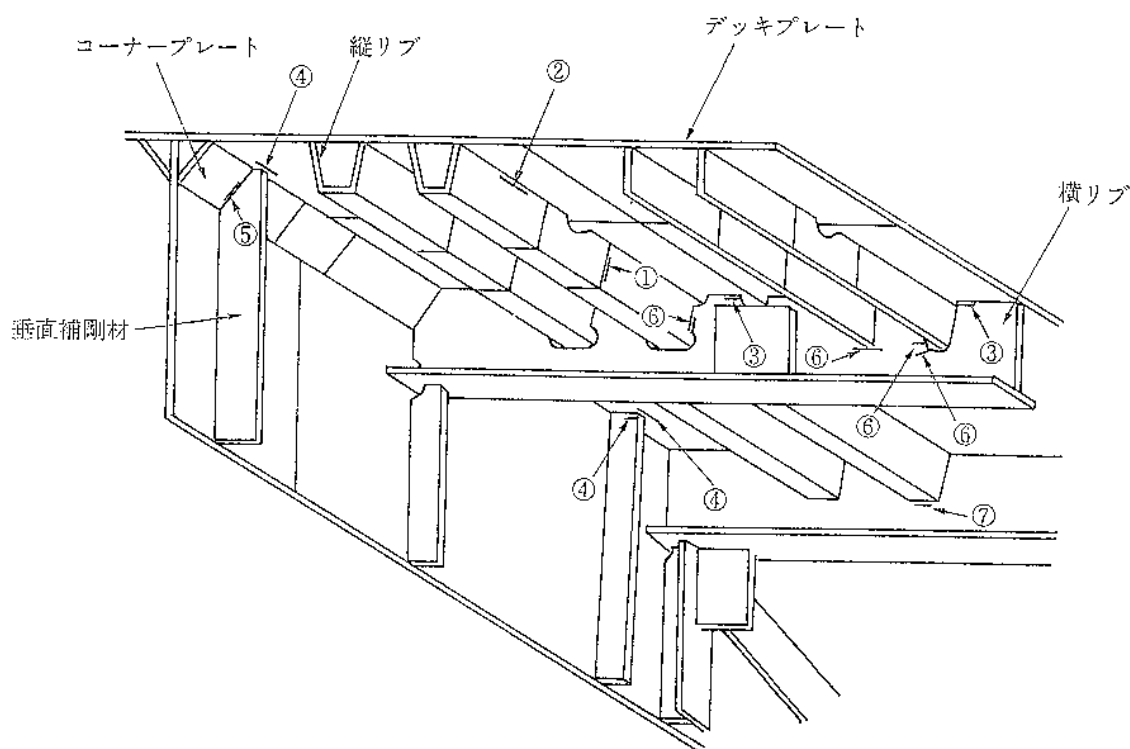


図-8.1 鋼床版疲労き裂の主な発生箇所¹⁸⁾

渦流探傷試験は、塗膜上からの探傷が可能であることから、目視点検にて亀裂の発生が疑わしい箇所を、塗膜を除去することなく検査できる利点があり、検査後の塗膜の補修を考えると非常に有望な非破壊検査方法である。しかしながら、渦電流は、きずの存在以外にも、試験体の形状や材質、試験コイルの大きさによっても変化することから、調査においては注意が必要である。したがって、試験にあたっては、事前に対比試験片を用いて欠陥の判定精度を確認しておくことが重要である²⁰⁾

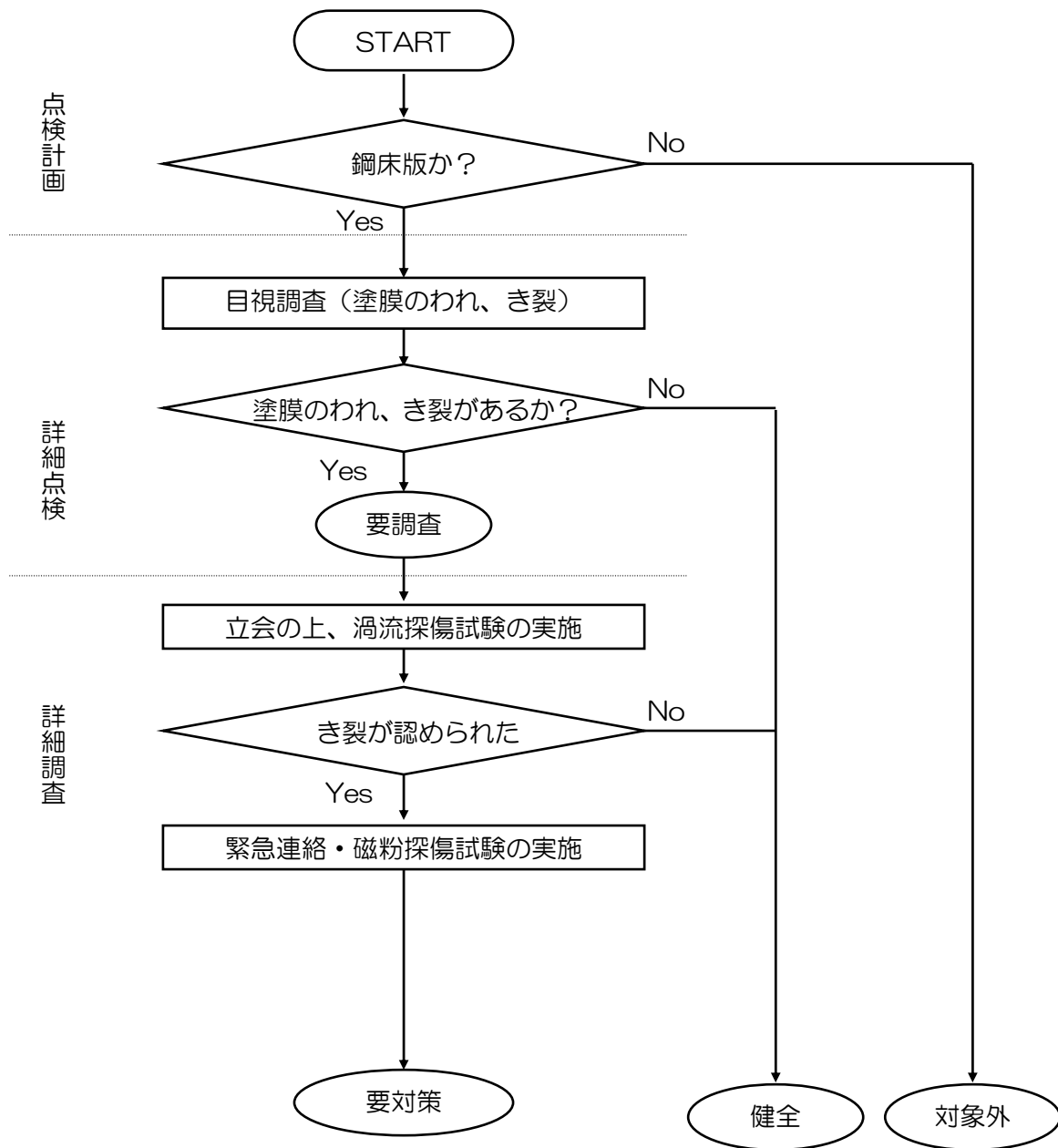


図-8.2 鋼床版疲労調査のフロー

点検計画の方法：床版の種類と構造を確認し、鋼床版であれば要調査、なければ対象外とする。

詳細点検の方法：目視によって疲労が懸念される損傷（塗膜のわれ、き裂）の有無を確認し、無ければ健全、あれば要調査とする。

詳細調査の方法：疲労が懸念される損傷に対して渦流探傷試験を実施し、き裂の程度を確認する。（必要があれば磁粉探傷試験も実施）

8. 2 試験方法および評価方法

鋼床版の疲労調査の方法および評価方法を以下に示す。

1) 使用器具および材料

- ① 探傷器：形式、試験周波数、指示の表示方法は、試験の目的に合った性能をもつものとする。
- ② 記録装置：記録装置は、探傷器から得られたデジタル又はアナログ出力を記録するもので、目的に適した方式、性能をもつものとする。
- ③ 対比試験片：対比試験片は試験装置の整合性能の確認、基準感度を含む試験条件の設定及び確認のために用いる。

2) 測定方法

目視点検にて亀裂の発生が疑わしい箇所に対して塗膜の上から渦流探傷試験を実施し、きずの有無を確認する。

3) 評価

きずが確認された場合は、塗膜を除去し、磁粉探傷試験等によって疲労亀裂か否かを確認し、疲労亀裂であれば亀裂の大きさと先端を確認する。

4) 修復

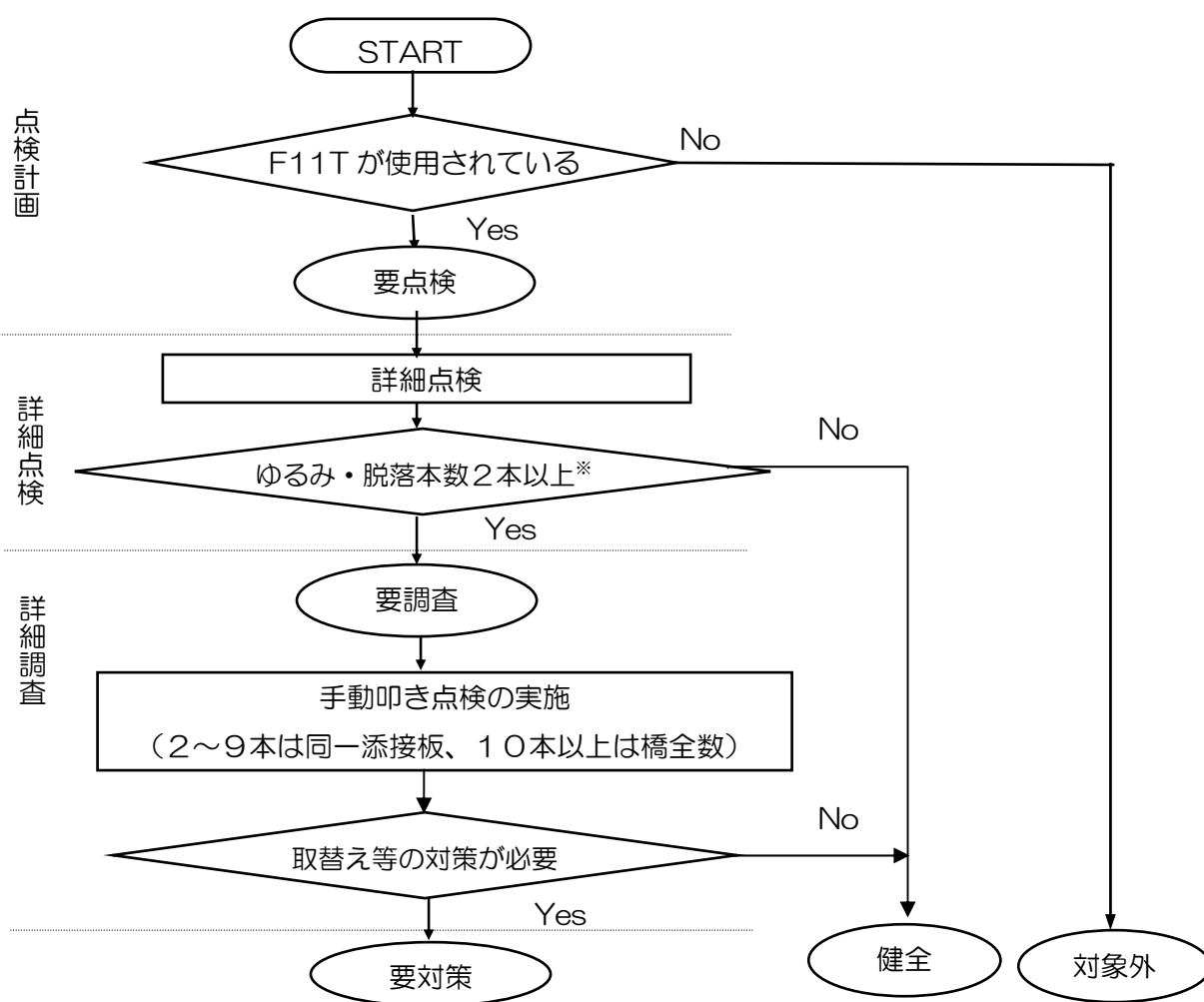
塗膜を除去した場合は、部分補修（塗り替え）を実施する。

9 F11T遅れ破壊調査

9.1 調査概要

F11T 遅れ破壊の詳細調査では、F11T のハイテンションボルト（HTB）が使用されている箇所に対して手動叩き点検を実施し、ゆるみや脱落がある場合は脱落防止対策を施す。

HTB の遅れ破壊は、一定の応力を受けた状態で、一定の時間の経過後に塑性変形を伴わず突然脆性的に破壊する現象である。遅れ破壊等による破断や脱落は遠方目視で判断できるが、ゆるみは近接調査しないと判明せず、脱落すると第三者被害が起きる可能性があることから注意する必要がある。²¹⁾



※橋単位

図-9.1 F11T 遅れ破壊調査のフロー

点検計画の方法：F11T を使用しておりかつ第三者被害が想定されれば要調査、F11T を使用していなければ対象外とする。

詳細調査の方法：F11T に対して手動の叩き点検を実施し、ゆるみや脱落がある場合は要対策とする。それ以外は健全とする。

9. 2 調査方法および評価方法

F 1 1 T 遅れ破壊調査の方法と評価方法を以下に示す。

1) 使用器具および材料

① 検鉋ハンマ

2) 測定方法

HTB のナット側面を 3～4 回たたき、ハンマー打撃点と 90° ～ 180° の位置に当てた指に伝わる振動、打撃時のナットの挙動あるいは音の違いによって損傷ボルトや軸力不足ボルトを検出する。

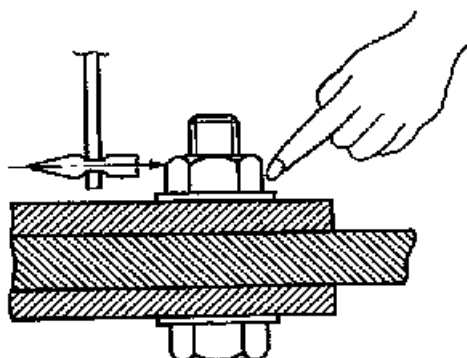


図 9.2 手動叩き点検の打診方法 ²²⁾

3) 評価

ボルトの脱落、破損、ゆるみが確認された場合は、ボルトの取替を行う。また、第三者被害が想定される場所では、脱落、破損、ゆるみの有無に関わらずネット等による落下防止対策を施す。

4) 修復

ボルトの脱落、破損が確認された場合は F11T 以下のボルトを取り換える。また、打撃によって塗膜にキズが入ったときは、部分補修（塗装）を実施する。

10 第三者被害抑止調査

10.1 Co地覆・壁高欄

10.1.1 調査概要

第三者被害抑止の詳細調査では、対策の有無に関わらず、全面に対して叩き落とし点検を実施する。叩き落とし点検では、未対策ではく落するものはく落させ、対策済みでは浮き等を確認する。第三者被害が想定される箇所は全て要対策とし、叩きもれ範囲がないよう確実に点検を行う。

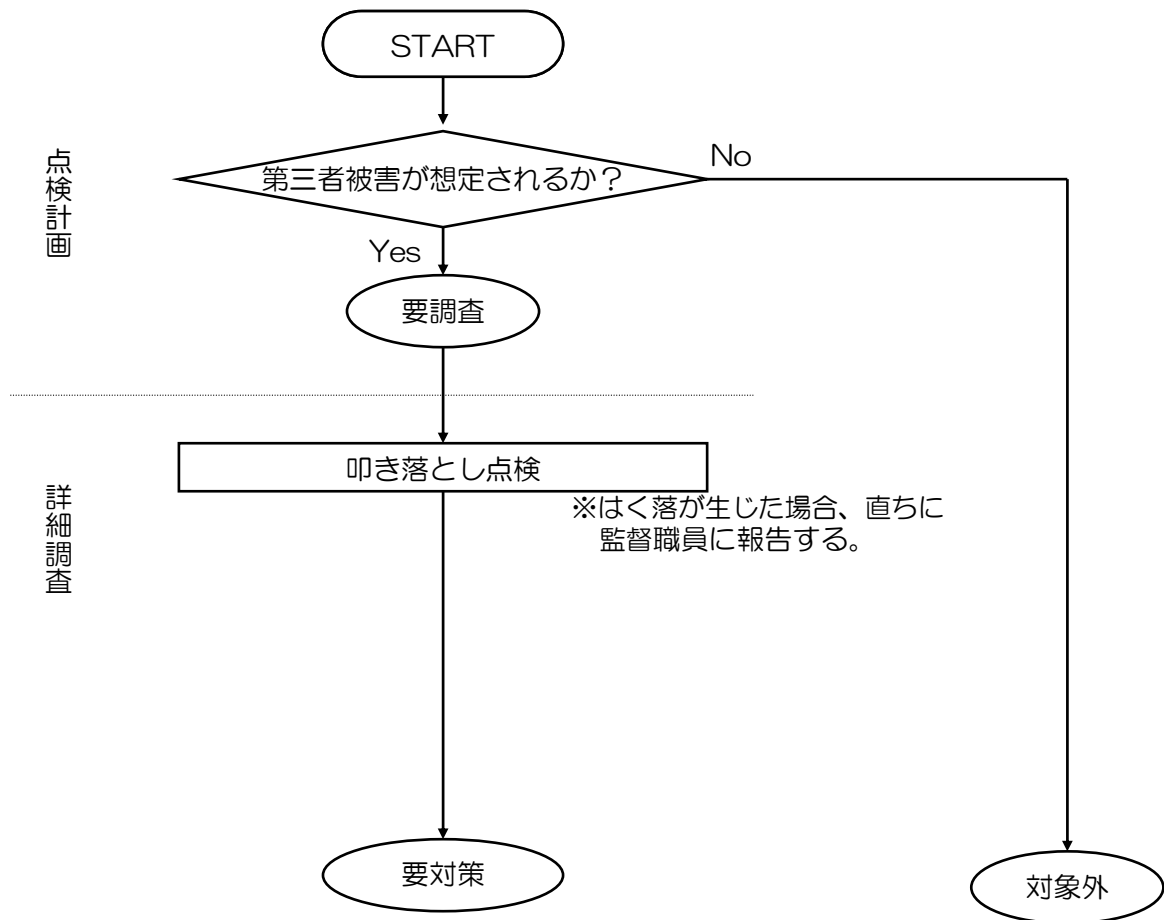


図-10.1 第三者被害抑止調査のフロー

点検計画の方法：第三者被害が想定されれば要調査、想定されなければ対象外とする。

詳細調査の方法：対策の有無に関わらず、全面に対して叩き落とし点検を実施する。叩き落とし点検では、未対策ではく落するものはく落させ、対策済みでは浮き等を確認する。第三者被害が想定される箇所は全て要対策とする。叩き落とし後に鉄筋が露出した場合には、鉄筋に防錆材を塗布するものとする。

10. 1. 2 調査方法および評価方法

第三者被害抑止調査の方法と評価方法を以下に示す。

1) 使用器具および材料

- ① 点検ハンマー：コンクリート点検用ハンマー



図 10.2 コンクリート点検用ハンマー

2) 調査範囲

コンクリート片のはく落が第三者被害につながる恐れがある全てのコンクリート面を調査範囲とする。調査範囲は図 10.3 を標準とする²³⁾。なお、叩き落としを行う範囲については、現地踏査後、監督職員と協議し確認することとする。

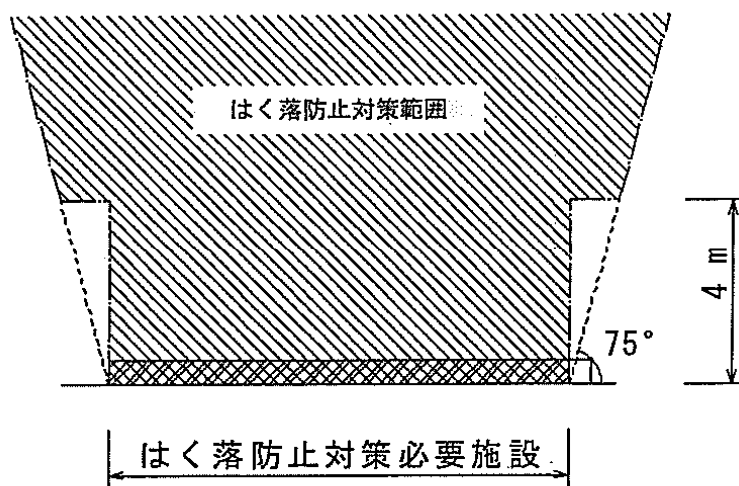


図 10.3 調査範囲²³⁾

3) 調査方法

- ① 対象となるコンクリート面の前面を点検ハンマーで打撃し、打撃音によって浮き等の有無を確認する。
- ② 浮きやはく離が確認された場合は、可能な限りその場で叩き落とす。
- ③ 打撃によって鋼材が露出した場合は防錆処理を施す。

4) 評価

下表の判定区分に基づくものとする。調書には、各判定区分の位置及び範囲、面積を記録する。

表 10.1 第三者被害判定区分

判定区分	措置結果
A	近接目視及び打音検査の結果、異常無し
B	遠望目視及び非破壊検査の結果、異常無し
C	応急措置（叩き落とし作業）で落ちなかった。
D	応急措置（叩き落とし作業）で落ちた。
E	・うき、剥離の面積が広い場合等、点検作業での対応が困難※ ¹ ・打音検査不可能※ ²

※1 うき・剥離の範囲が広い場合やPC桁等叩き落とすことによって当該箇所付近の応力状態が変化する場合等（叩き落とすことによって構造安全性が損なわれる恐れがある場合には別途の方法を検討する必要があるため、点検作業において対応が困難）

※2 狭隘部のため打音作業ができない場合や、関係機関との協議に時間を要する場合等

5) 修復

調査範囲は浮き等の有無に関わらず、監督職員と協議の上、はく落防止工等の要否を検討する。また、既に対策が施された箇所で浮きが確認された場合も、監督職員と協議の上、はく落対策の張り替え等の要否を検討する。

10.2 遮音壁のボルト等

10.2.1 調査概要

遮音壁のボルト等について、近接目視によりその健全性を確認し、ボルトのゆるみ、腐食などにより第三者被害の恐れがある場合は、対策方法について監督職員と協議する。

評価方法は、「付録ー1 損傷評価基準 ③ゆるみ・脱落」に準じる。

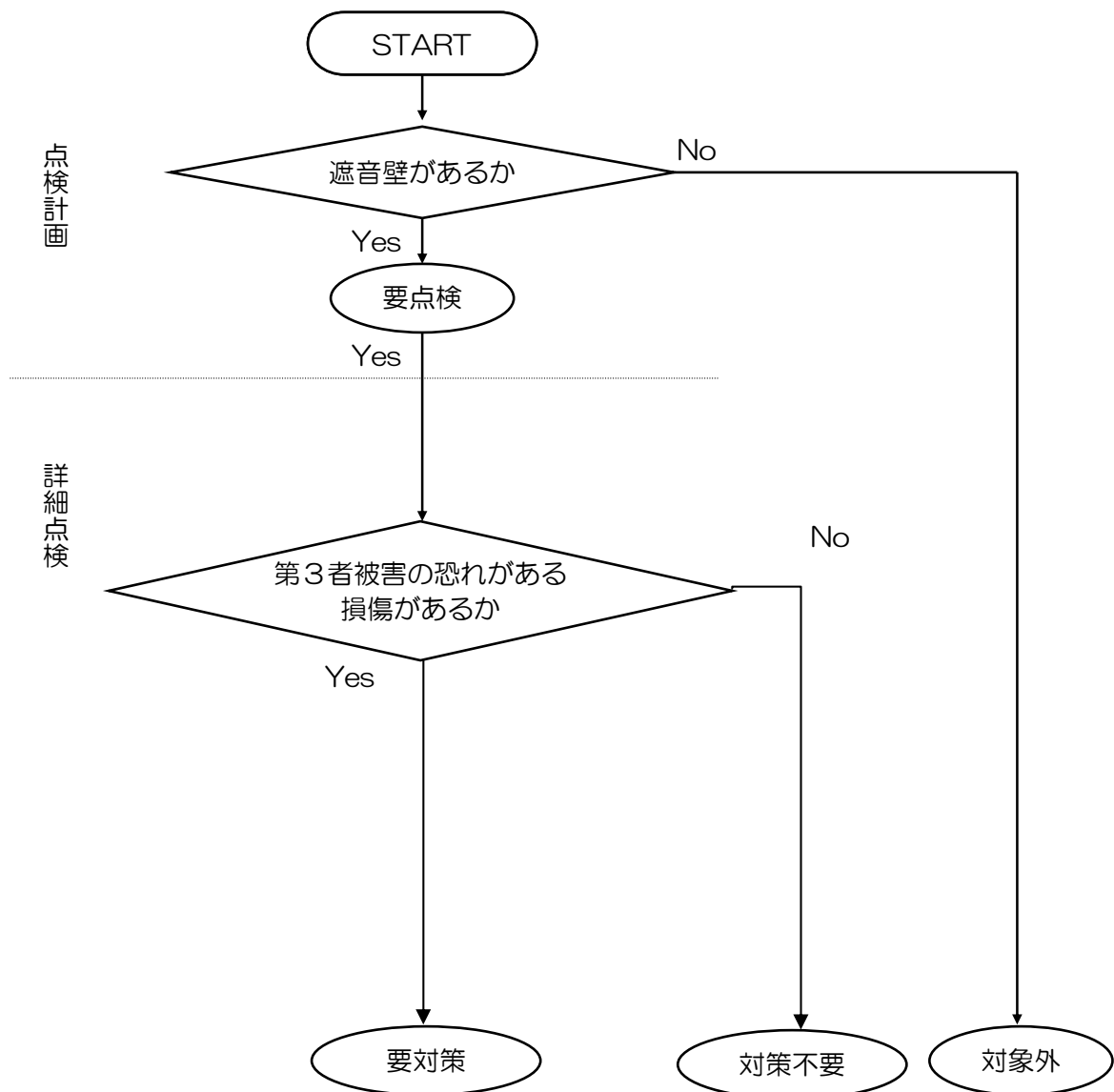


図-10.4 第三者被害抑止調査のフロー（遮音壁のボルト）

10.3 照明灯

10.3.1 調査概要

照明灯について、近接目視によりその健全性を確認し、柱溶接部の亀裂、基部腐食などにより第三者被害の恐れがある場合は、対策方法について監督職員と協議する。

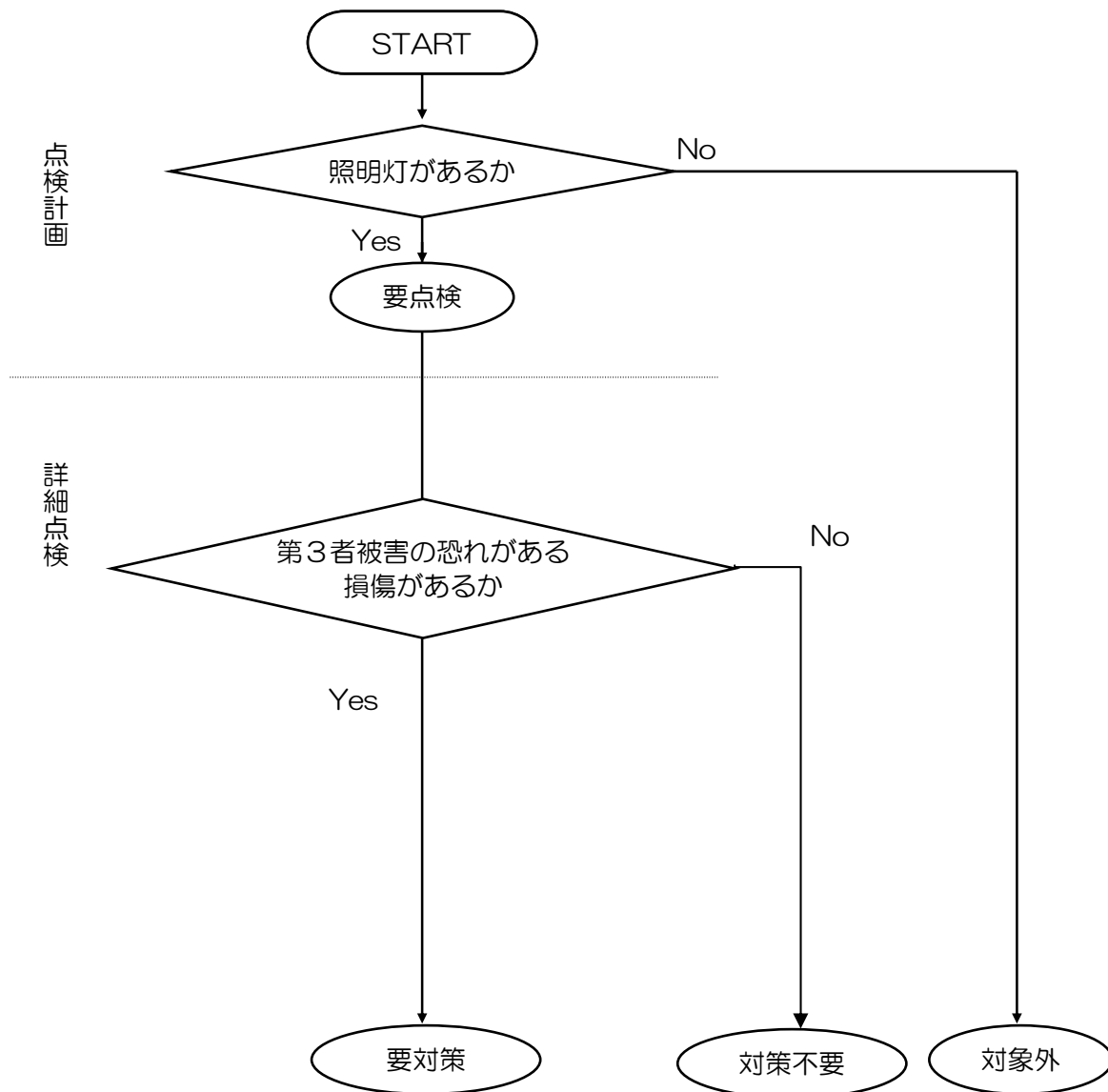


図-10.5 第三者被害抑止調査のフロー（照明灯）

10.4 標識柱

10.4.1 調査概要

標識柱について、近接目視によりその健全性を確認し、ボルトのゆるみ、基部腐食などにより第三者被害の恐れがある場合は、対策方法について監督職員と協議する。

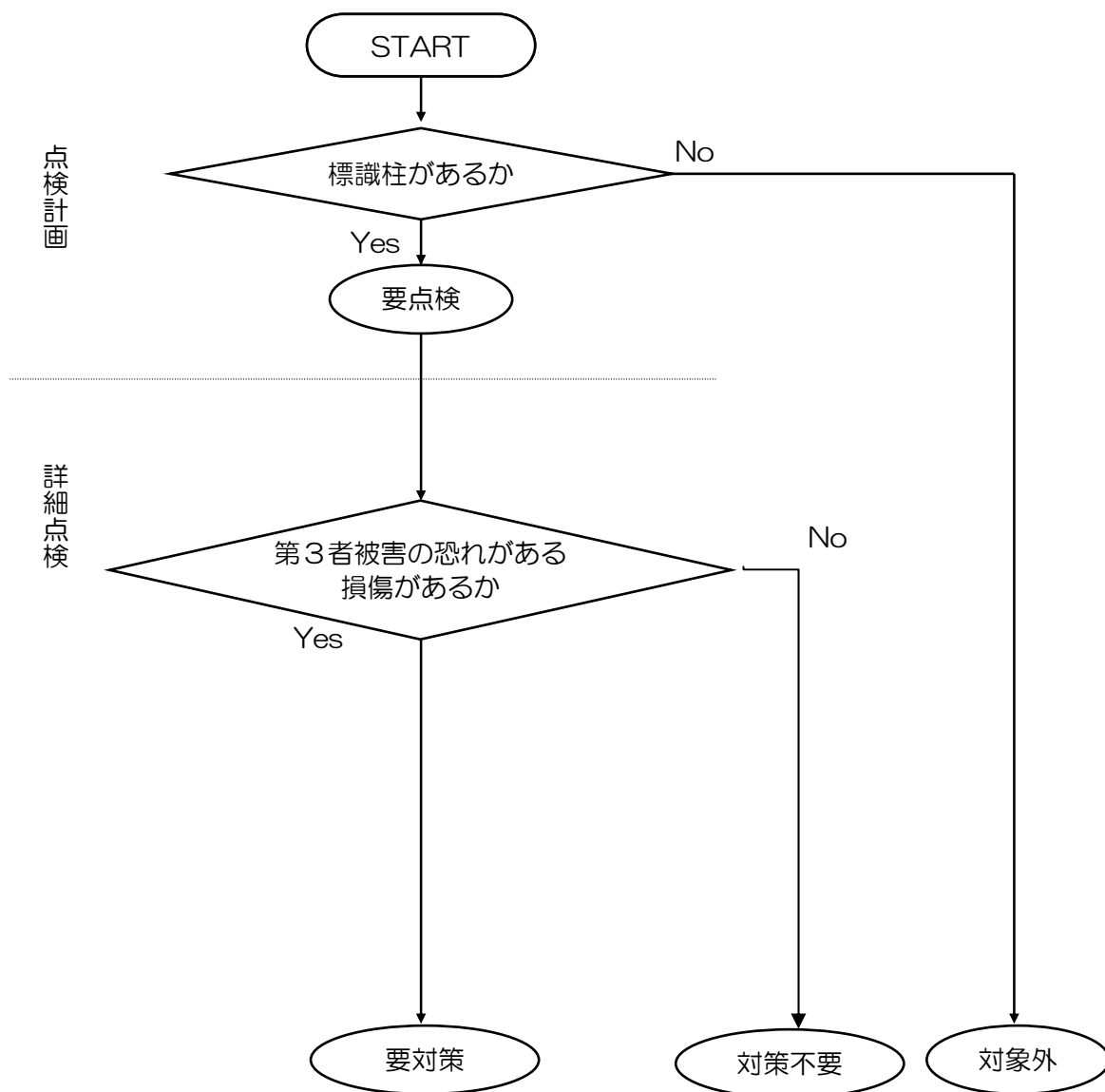


図-10.6 第三者被害抑止調査のフロー（標識柱）

10.5 増桁シール材調査

増設桁と床版のつなぎ目のシール材にうきが見られる場合がある。シール材にポリマーセメントモルタルが使用されている場合に、その傾向がみられる。桁下に交差道路、もしくは並行道路がある場合には、第三者被害が考えられる。従って、増設桁のシール材の叩き落とし点検を行い、浮いている箇所が認められる場合は速やかに監督職員に報告し、確実にたたき落とすものとする。たたき落としが困難な場合は、速やかに監督職員に報告すること。

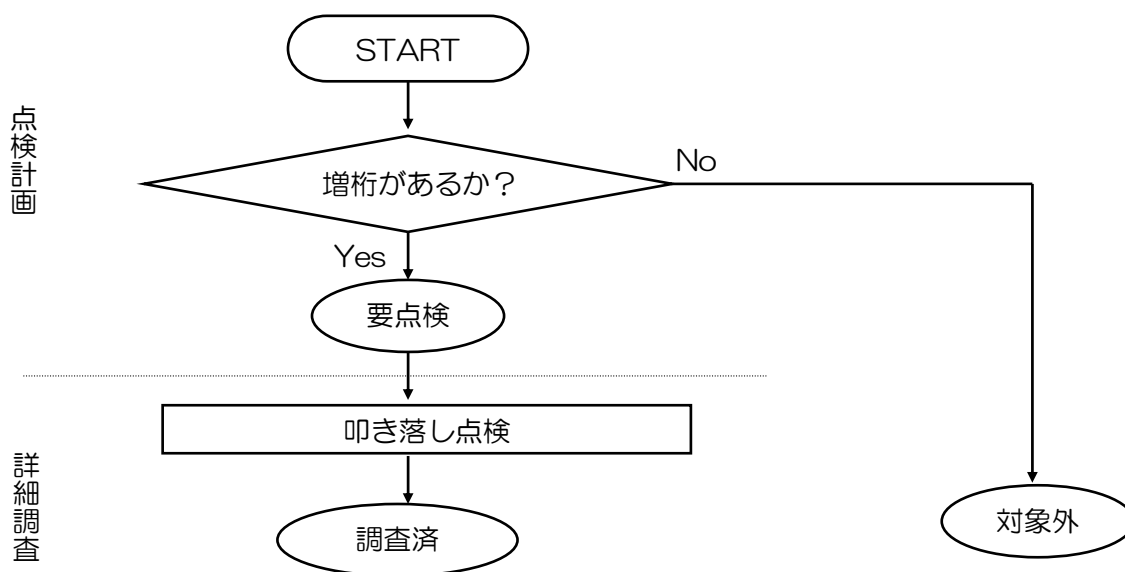


図-10.7 増桁シール材調査のフロー

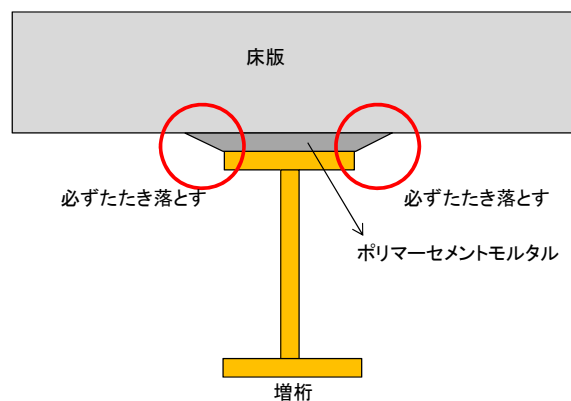


図 10.8 増桁シール材たたき調査箇所図

1 1 BOX 構造内部調査

1 1. 1 調査概要

BOX 構造内部については、結露、滞水などにより厳しい腐食環境となる場合がある。
本詳細調査では、BOX 構造の内面を調査する。

詳細調査の方法は外面の点検（詳細点検）と同じとするが、BOX 内部は通常閉塞されていることから必ず事前に内部の状況を確認し、換気、照明、足場等の仮設および安全管理計画を立案するものとする。

特に鋼床版の場合は、鋼床版面に亀裂がある可能性があるため、必ず鋼床版面に近接目視し、亀裂の有無を確認すること。

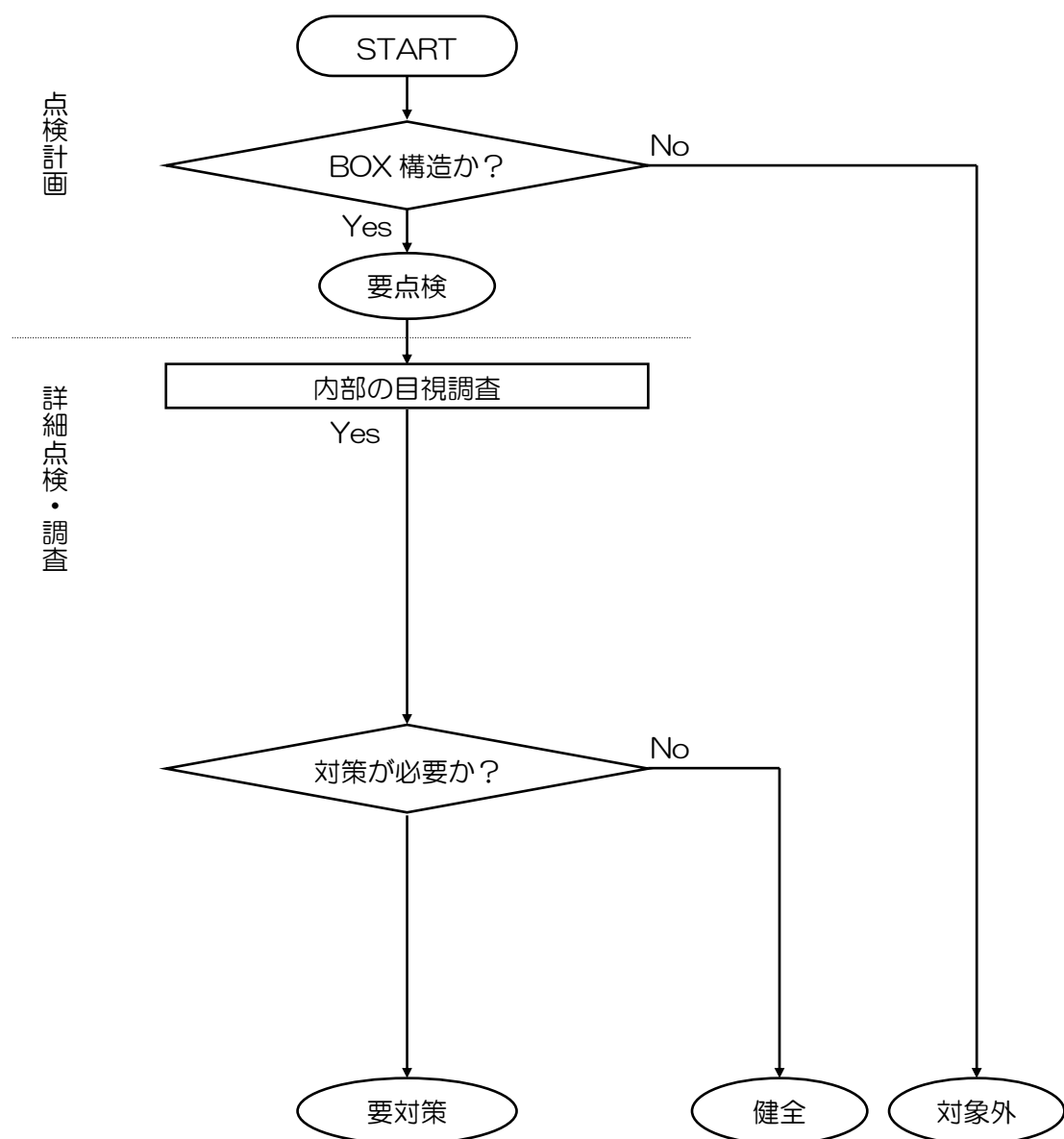


図-11.1 BOX 構造内部調査のフロー

点検計画の方法：構造を確認し、BOX 構造であれば要調査、なければ対象外とする。

詳細点検の方法：BOX 内面を目視調査する。

：BOX 内面を目視調査を記録する。

1 1. 2 調査方法および評価方法

BOX 構造内部調査の方法と評価方法を以下に示す。

1) 使用器具および材料

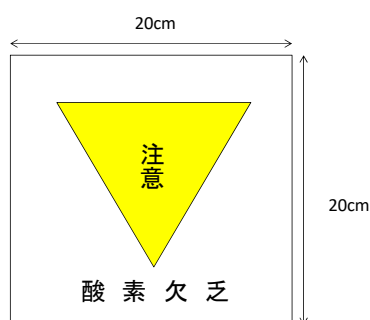
- ① カメラ：フラッシュ付で暗所で撮影できるもの。
- ② スケッチ用具
- ③ 必要な仮設機器：換気設備、照明設備、足場等

2) 調査方法

- ① 事前に現場と内部の状況を確認し、仮設および安全管理計画を立案する。
- ② 目視によって損傷の有無を確認し、損傷が確認された場合は損傷展開図として記録するとともに、写真撮影を行う。
- ③ 損傷が確認された場合は損傷評価および原因の究明を行った上で、対策の必要性を判断する。

3) その他留意点

箱桁内部に進入する際は、マンホールの酸素欠乏等危険場所の標識の貼り付け有無を確認し、標識が無い場合は貼り付けを行うこと。



酸素欠乏等危険場所の標識（第 1 種用）

1 2 鋼製パイルベント橋脚調査

1 2. 1 調査概要

本調査では、鋼製パイルベント橋脚の全ての部材（鋼杭）の水中部の損傷を調査する。水上部の損傷は、詳細点検の対象である。調査範囲（1 2.2）について、鋼杭の腐食および変形を調査する。調査のフローを図-1 2.1 に示す。

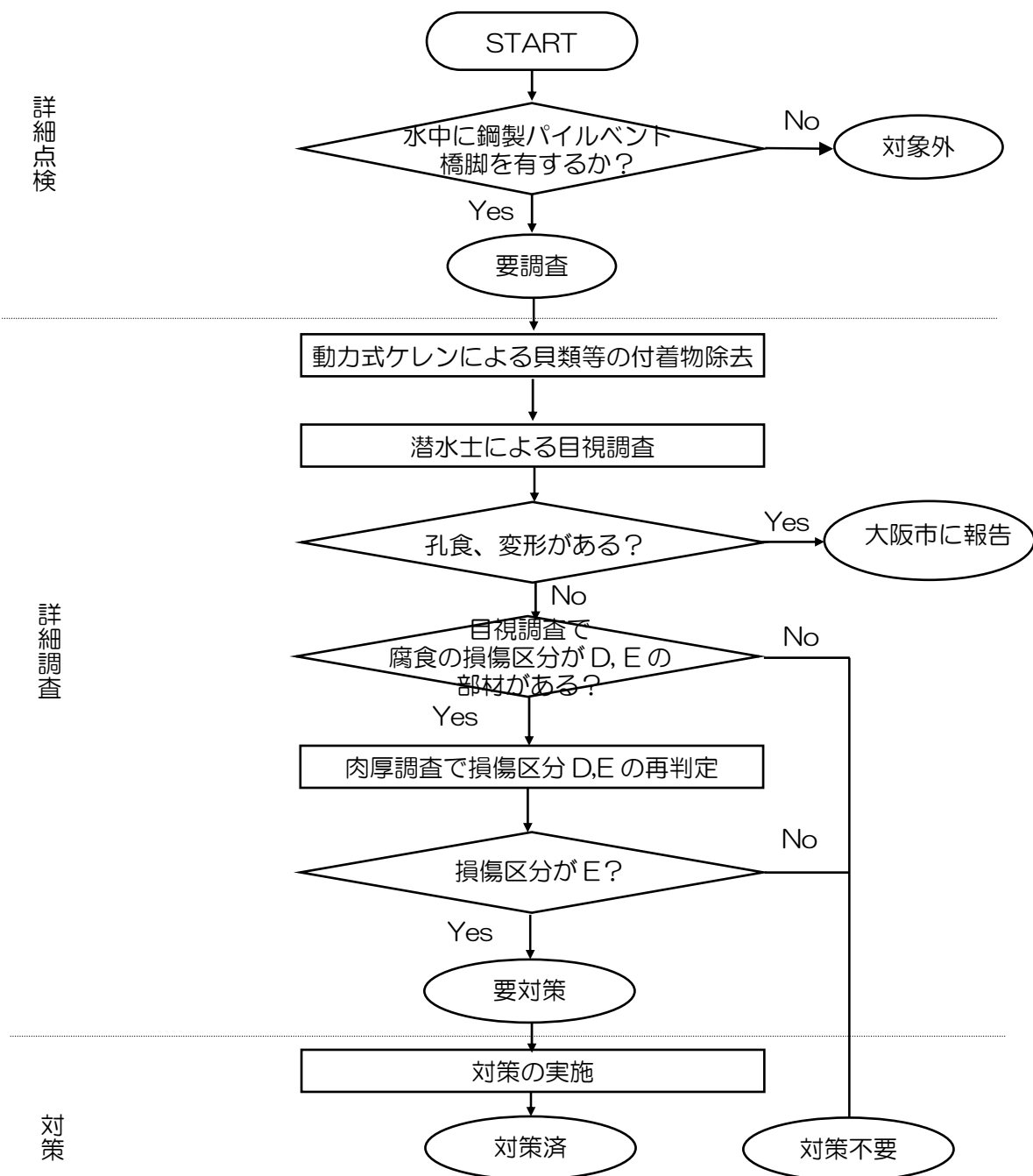


図-1 2.1 鋼製パイルベント橋脚調査のフロー

12.2 調査範囲

1) 概要

「港湾の施設の維持管理技術マニュアル」(財)沿岸技術研究センター、平成 19 年 10 月)によれば、「海水中においては、L.W.L.付近で集中腐食が生じている場合でも、L.W.L.-2.0m 以深では腐食速度はあまり変化しないことから、肉厚測定の下限を L.W.L.-2.0m としてもよい。」とされていることから、調査範囲は、H.W.L.から L.W.L.-2.0m とする。ただし、L.W.L.-2.0m で腐食が発見された場合には、川底まで調査する。

寝屋川本川は、寝屋川市付近まで感潮区間となっているように、大阪市域の河川は、堰、水門による水位制御がなければ大阪湾の干満の影響を受けている。

大阪港の潮位変動の例を図-15.2に示すが、潮位変動は、OP(大阪湾最低潮位)±0m から OP+2.0m の範囲とみなせる。そこで、調査範囲は以下とする。(図-14.3)。

$$\text{H.W.L.} = \text{OP} + 2.0\text{m}$$

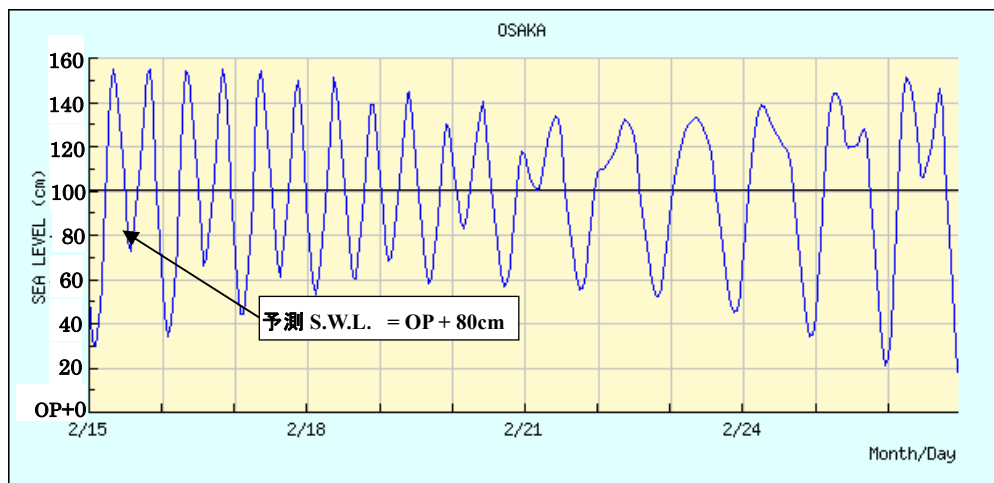
$$\text{L.W.L.-2.0m} = \text{OP} - 2.0\text{m}$$

現在は、各鋼製パイルベント橋脚において OP 等のレベルを示すマークがうたれていないため、各橋脚において、調査時の水位(S.W.L.)から以下の手順で OP + 2.0m から OP -2.0m をほぼ包含する調査範囲を設定する。

2) 調査範囲の設定法

- ① 調査日時における大阪港の予測潮位を気象庁の下記のホームページより入手し、その予測潮位を各橋脚における予測 S.W.L. とする。

<http://www.data.kishou.go.jp/kaiyou/db/tide/suisan/suisan.php>



出典) 気象庁: <http://www.data.kishou.go.jp/kaiyou/db/tide/suisan/suisan.php>

図-12.2 大阪港の潮位変動の例

② 予測 S.W.L. = OP+0.8m とすると (図-12.2)、現地での実際の水位 S.W.L. より以下とする。

$$\text{H.W.L.} = \text{S.W.L.} + 1.2\text{m}$$

$$\text{L.W.L.} - 2.0\text{m} = \text{S.W.L.} - 2.8\text{m}$$

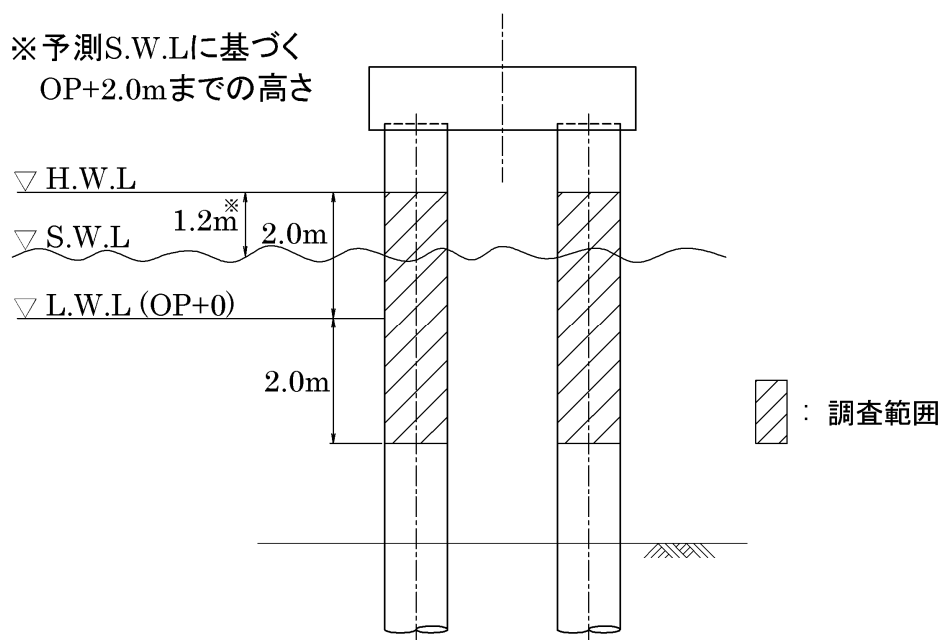


図-12.3 調査範囲

12.3 貝類等の付着物除去

鋼製パイルベントには、一般的に貝類もしくは藻が付着してパイルベントを目視できない状態になっている。そのため、目視調査に先立ち、動力式ケレンにより調査範囲にとどまらず全長にわたり貝類もしくは藻を除去する。その際、除去した貝類、藻を回収のうえ、産業廃棄物として処分する。

12.4 潜水土による目視調査

1) 調査方法

潜水土により目視調査を行う(図-12.4)。水深が浅く、船舶が航行できない場合には、陸上からアクセスする(図-12.5)。

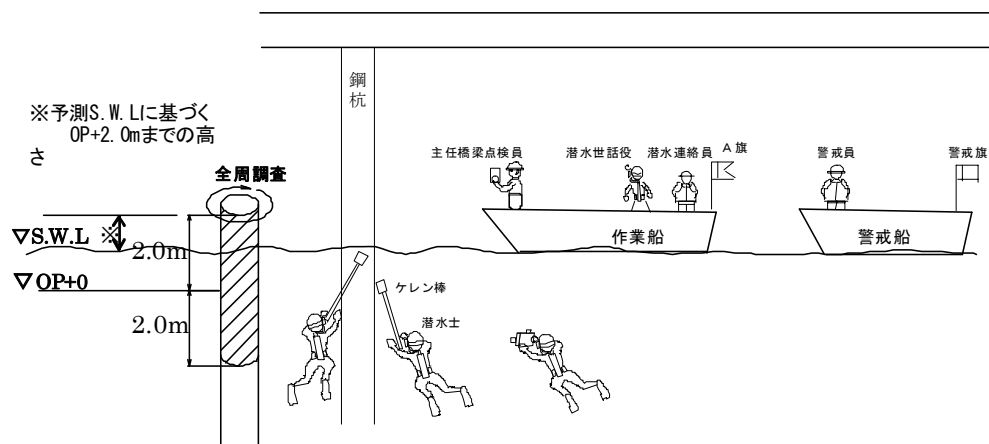


図-12.4 潜水土による目視調査（船舶使用）

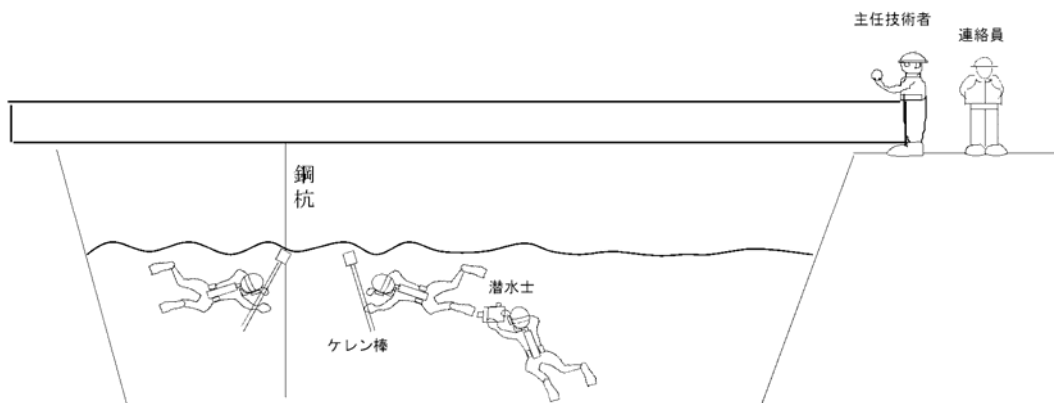


図-12.5 潜水土による目視調査（陸上アクセス）

目視調査は、前述の調査範囲の全周について行い、外観、以下の損傷（①～④）の箇所および程度が把握できるように写真撮影を行う。

- ① 腐食あるいは漂流物等の衝突による著しい損傷（開孔等）の有無・箇所・形状寸法
- ② 孔食の有無・箇所・形状寸法
- ③ 発錆（赤橙色）の有無・箇所・範囲
- ④ 軽微な衝突痕の有無・箇所・範囲

以上に加え部材の基本緒元を確認するために、鋼管では部材の円周（直径を計算）を、H鋼（上一本木橋）では全幅・全高を計測する。

12.5 損傷区分

潜水土による目視調査に基づき、鋼材の腐食および変形について損傷区分（表-15.1）を評価する。

表-12.1 鋼材の腐食および変形の損傷区分

損傷区分	評価基準
A	・変状なし
B	・点錆（点状の発錆）がある
C	・面的な発錆の面積が鋼杭の水中部面積の30%未満 ・軽微な衝突痕がある
D	・面的な発錆の面積が鋼杭の水中部面積の30%以上
E	・孔食（大きな開口含む）がある ・衝突等による変形がある



（参考）損傷区分 C



（参考）損傷区分 D

12.6 肉厚測定

1) 概要

橋梁において、鋼材の損傷区分が D、E の部材がある場合には、表-15.2に示す箇所において肉厚測定を行う。

肉厚測定には、超音波厚み計を用いる。超音波厚み計の接触子を定められた測定点（後述）でそれぞれ3回ずつあてて測定し、その平均値を測定値とする。

測定点の研磨前、研磨後、仮補修後の状態を写真撮影する。

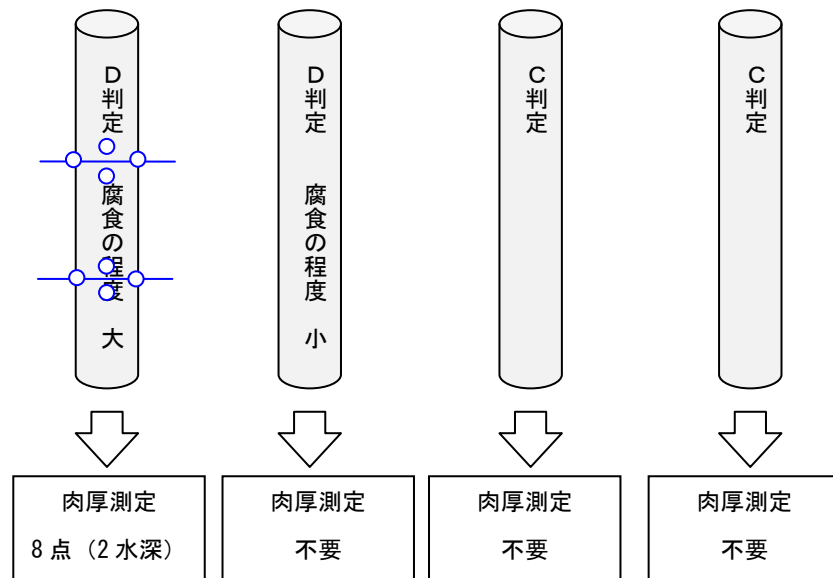
表-12.2 肉厚測定箇所

損傷区分	肉厚測定箇所
D の部材がある	D の鋼杭のなかから、腐食の程度が最も大きな 1 つの鋼杭を選定し、次の水深にて肉厚測定を行う。 ・腐食の程度が最も大きい水深 ・腐食しているが、その程度が最も小さい水深
E の部材がある	1) E の鋼杭のなかから、腐食の程度が最も大きな 1 つの鋼杭を選定し、次の水深にて肉厚測定を行う。 ・腐食の程度が最も大きい水深 ・腐食しているが、その程度が最も小さい水深 2) 補修範囲を検討するために、D、E の他の鋼杭において、次の水深にて肉厚測定を行う。ただし、方向（上流、下流、右岸、左岸）は、1)の結果、最も腐食していた方向に限定する。 ・腐食の程度が最も大きい水深 ・腐食範囲の上端 ・腐食範囲の下端

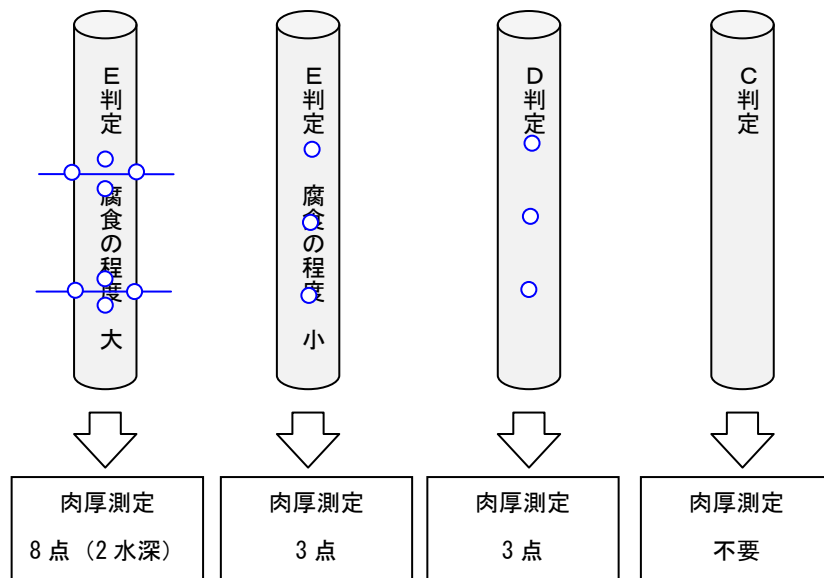
※1 水深とは、ある1つの水深における断面まわりのこと

常時水中及び土中にある場合の鋼管杭の設計腐食しろは、道路橋示方書・同解説Ⅳ下部構造編（（社）日本道路協会、平成14年）では、1mm、阪神高速道路公団設計基準（平成7年）では2mmを標準とするとされている。常時水中より厳しい腐食環境である感潮区間では、設計腐食しろは、2mmは確保されていたと考えられる。そこで、肉厚測定結果において、1水深における平均腐食量が2mmより大きい場合には、腐食しろを超えて腐食が進み耐力低下の可能性があるため、損傷区分をEとする。

D 判定の部材がある場合



E 判定の部材がある場合



(参考図) 肉厚測定箇所

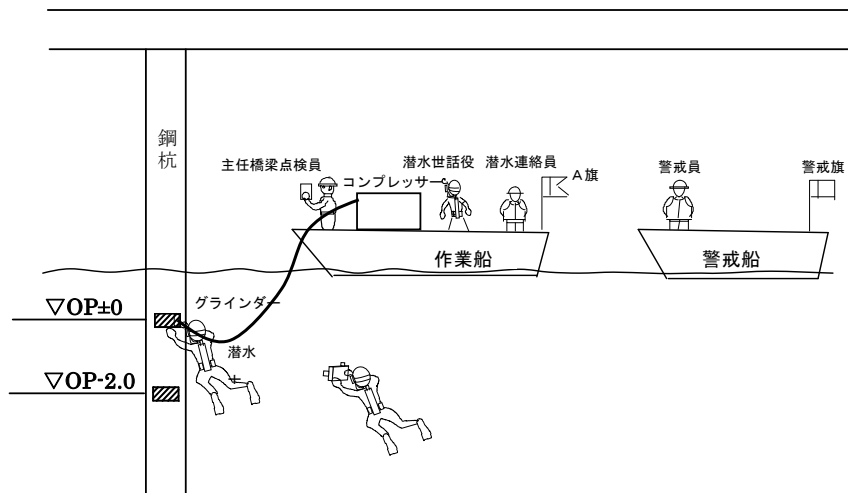


図-12.6 肉厚測定（船舶使用）

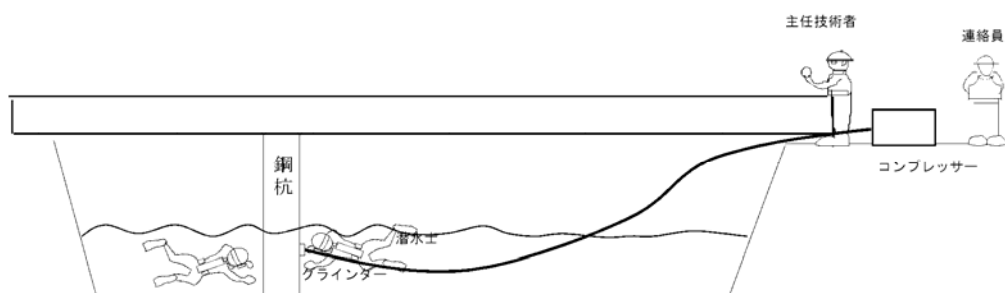


図-12.7 肉厚測定（陸上アクセス）

2) 肉厚測定点

肉厚を測定する点は、鋼管は4箇所、H鋼（上一本木）は3箇所とする（図-12.8）。

肉厚測定点では、ほぼ100mm四方を対象として、水中グラインダーなどで鋼材面を研磨し、鋼材の地肌を露出させる。1つの肉厚測定点においては、5点に厚み計の探触子を当て、1点あたり3回、鋼材の肉厚を測定する。15の測定値の平均値をその肉厚測定点の肉厚とする。

測定した水深の上部工等からのレベルを記録する。

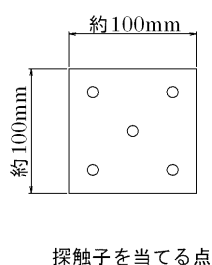
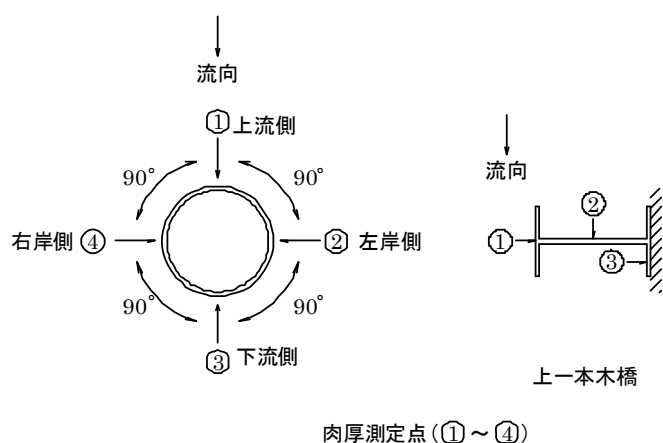


図-12.8 肉厚測定点

3) 測定点の補修

測定点は、鋼材の地肌を露出させたため腐食が進行するため、測定後に水中硬化接着剤（ジョイナーW）等にて仮補修を行う（下記写真8）。

12.7 必要機材

鋼製パイルベント橋脚調査は、水中という特殊条件下での調査である。調査の品質を確保するために必要な機材を表-12.3に示す。

表-12.3 鋼製パイルベント橋脚調査に必要な機材

機材	概 要
潜水用機材	ポンペ、ダイビングスーツ、フィン等（写真1）
水中用有線電話	潜水土と作業船上の主任技術者等との連絡に必要（写真2）
作業船	立会者、主任技術者、潜水土3名など10名程度の乗員、水中グラインダーのコンプレッサーを含む機材を置ける広さが必要（写真3）
コンプレッサー	グラインダーの動力源として用いられる、圧縮空気を製造する機械（写真3）
水中カメラ	河川が濁っている場合には部材に非常に近接して撮影する必要があるため、ある程度の範囲が撮影できるように超広角レンズ、ライトを装着した水中カメラが必要（写真4）
動力式ケレン棒	貝類および藻の除去に必要（写真5）
水中グラインダー	肉厚測定時の研磨のために必要で、コンプレッサーからの圧縮空気でグラインダーが回転（写真6）
超音波厚み計	肉厚測定時に必要（写真7 UDM750）
仮補修材	肉厚測定点の仮補修に必要（写真8 ジョイナーW）



写真1 潜水用機材



写真2 水中用有線電話



写真3 作業船



写真4 水中カメラ



写真5 動力式ケレン棒



写真6 グライNDER



写真7 超音波厚み計



写真8 仮補修材

1 3 R C パイルベント橋脚調査

1 3. 1 調査概要

本調査では、RCパイルベント橋脚の全ての部材（RC杭）の水中部の損傷を調査する。水上部の損傷は、詳細点検の対象である。調査範囲について、RC杭における重大な損傷が無いかを調査する。調査のフローを図-13.1に示す。

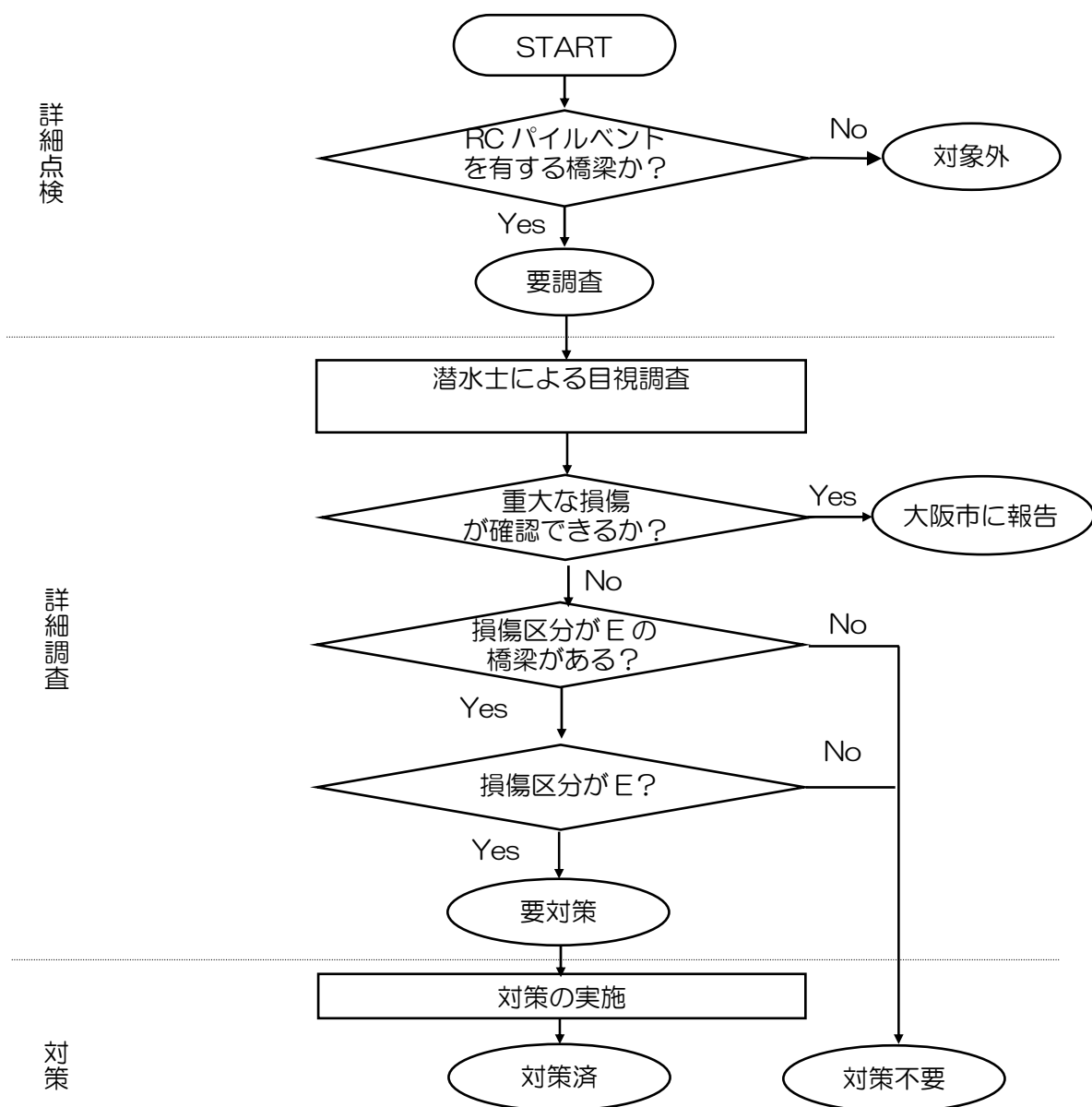


図-13.1 RCパイルベント調査のフロー

13. 2 調査手法および損傷区分

損傷区分は、『コンクリート部材』として評価する。また、調査範囲および潜水土による目視調査手法は『鋼製パイルベント橋脚調査』に準ずる。

1 4 ケーブル詳細調査

1 4. 1 対象橋梁

ケーブル調査を実施する橋梁は、以下に示す10橋を対象とする。

表 1 4. 1 ケーブル調査対象橋梁一覧表

NO	橋名	利用区分	車線数	建設年	ケーブル皮膜	ケーブル 本数	ケーブル径 (mm)	橋梁形式
1	豊里大橋	車道橋 (歩道あり)	4	1970 年	ガラス繊維強化プラスチック(FRP)	8 本	φ 272.214	斜張橋
2	大和橋	車道橋 (歩道あり)	1 (一方通行)	1974 年	FRP、被覆材 (ポリエチレン)	4 本	125 (122+2.5)	斜張橋
3	川崎橋	歩道橋	—	1978 年	不明 (アルミ外筒管と思 われる)	20 本	φ 50.70	斜張橋
4	折鶴橋	歩道橋	—	1981 年	塗装	16 本	φ 50	斜張橋
5	長柄橋	車道橋 (歩道あり)	6	1983 年	ゴムシート皮膜 タールウレタン	52 本	φ 200 (推定値)	ニールセン 式ローゼ
6	飛翔橋	歩道橋	—	1984 年	不明 (金属外筒管は無 いと思われる)	28 本	φ 42.50	ニールセン 式ローゼ
7	菅原城北 大橋	車道橋 (歩道あり)	4	1989 年	オーバーラップ管 タールエポキシ	44 本	φ 200 (推定値)	斜張橋
8	中島新橋	車道橋 (歩道あり)	2	1991 年	PE管	28 本	φ 100 (推定値)	斜張橋
9	千歳橋	車道橋 (歩道あり)	2	2003 年	PE管	50 本	φ 150 (推定値)	ニールセン 式ローゼ
10	浮庭橋	歩道橋	—	2009 年	不明 (金属外筒管は無 いと思われる)	20 本	φ 100 (推定値)	吊橋

14.2 ケーブル腐食調査

14.2.1 調査概要

本調査ではケーブルの腐食調査を実施する。

ケーブルの腐食調査方法には近接目視による方法、渦流探傷法や全磁束法等の非破壊調査及び開封検査による微破壊検査があるが、詳細調査では構造物に与える影響が少ない渦流探傷法による非破壊検査で調査することを基本とする。

渦流探傷法では目視により錆汁やケーブルカバーの損傷があった橋梁のケーブルに対して実施する。本手法ではケーブル内または同種ケーブル間での相対評価による腐食可能性の最大箇所を抽出することを目的とする。

渦流探傷法で最大箇所を抽出した箇所は、その腐食量を調査することとし、腐食量の調査は全磁束法または開封検査で実施する。

全磁束法では計測機器の適用範囲が限定的である。ケーブル径（被覆含む）が125mm以下の場合には適用可能であるが、それ以上のケーブル径の場合には対応可能かどうかを調査する必要がある。

全磁束法で対応不可能な箇所や全磁束法での調査結果でE判定となった場合は開封検査を行う。開封検査にあたっては、復旧箇所に水が溜まり損傷の要因となる可能性もあるため、復旧を行う際は十分な止水対策を行うとともに、開封検査時にはなるべく開封範囲を少なくし、不必要なダメージを与えないことに留意する必要がある。

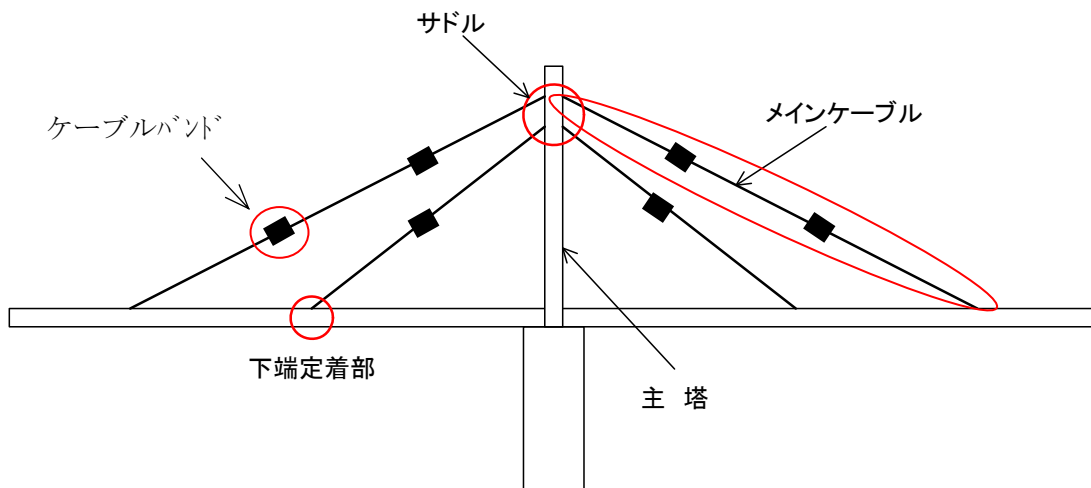


図-14.1 ケーブルを有する長大橋の調査着目箇所

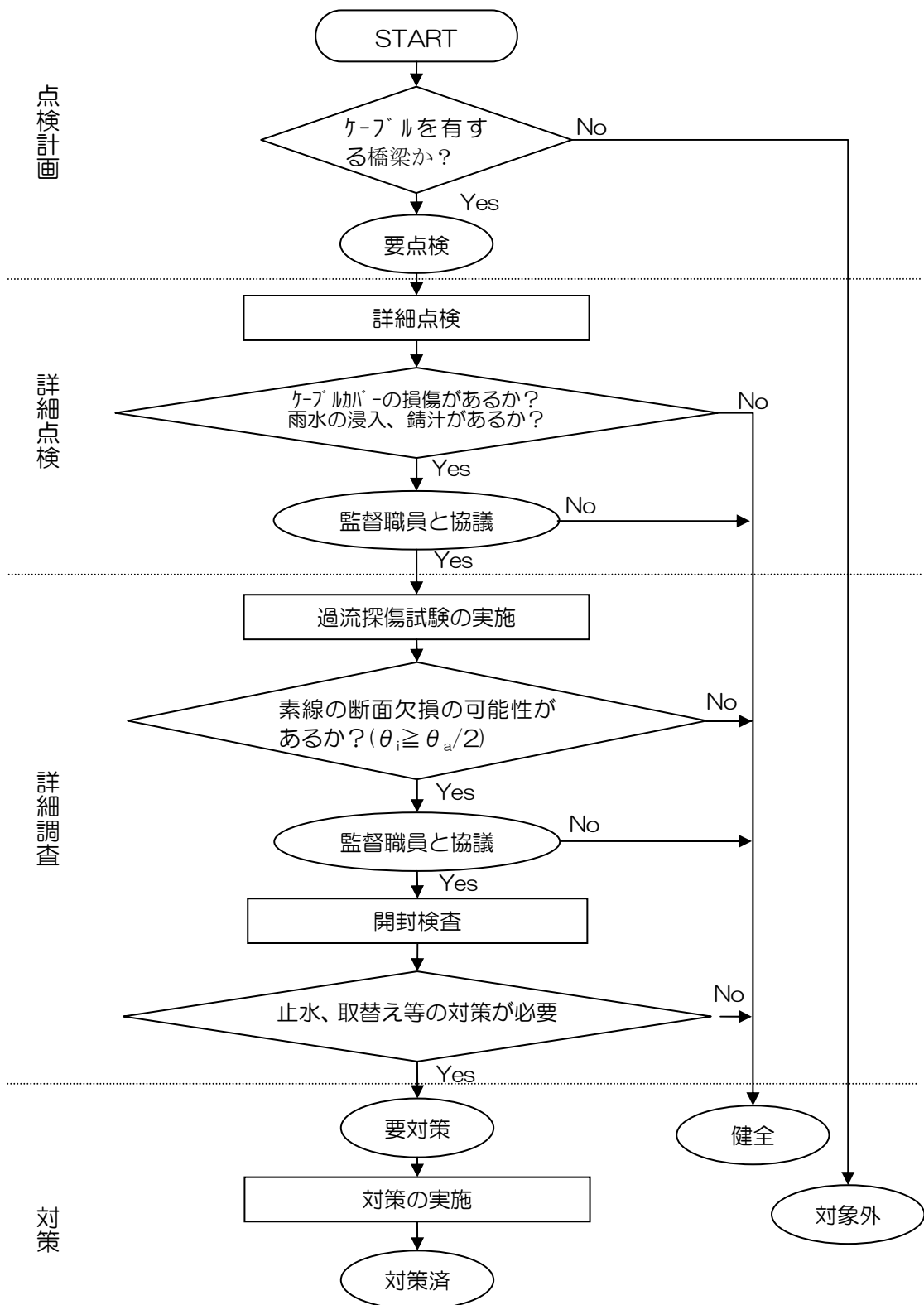


図-14.2 ケーブル腐食調査のフロー

点検計画の方法：ケーブルを有する橋梁かを確認し、ケーブルを有していれば要調査、なければ対象外とする。

詳細点検の方法：目視によってケーブルカバー、ケーブル定着部、ケーブルバンドなどから錆汁や漏水の有無を確認し、無ければ健全、あれば監督職員と協議の上、要調査対象を選定する。

詳細調査の方法：腐食が懸念されるケーブルを有する橋梁に対し、全ケーブルの渦流探傷調査を行う。素線の断面欠損が懸念される場合は最大箇所1箇所に対して全磁束法による調査または開封検査を行い腐食量の確認を行う。

対策の方法：必要な対策手法の検討を行う。

14.2.2 調査方法および評価方法

ケーブル腐食調査の方法と評価方法を以下に示す。

1) 渦流探傷調査

(1) 使用器具および材料

- ① 渦流探傷測定機器：（図-14.3参照）
- ② 記録装置：記録装置は、探傷器から得られたデジタル出力を記録するもので、目的に適した方式、性能を持つものとする。
- ③ 発電機：調査に必要な電力が得られる性能を持つものとする。

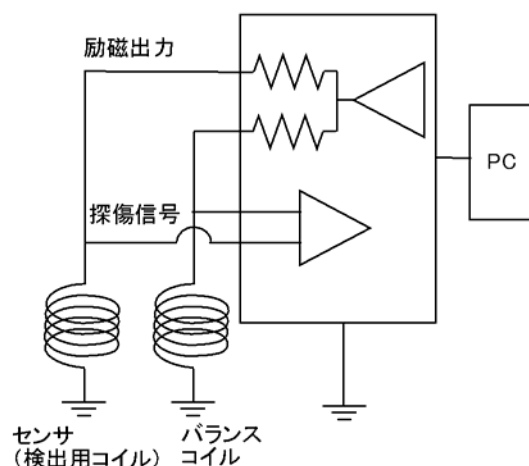


図-14.3 渦流探傷調査用機器構成



写真14.1 渦流探傷法測定状況

(2) 測定方法

図-14.3の渦流探傷調査用機器のうち、センサーをケーブルに設置し、ケーブル上端から下端までを移動させて計測する。ケーブル上端が計測困難な場合は相対評価の可能な範囲（最低下端より高さ 10m）は調査を実施すること。

3) 評価

① 方法Ⅰ：腐食可能性判定

センサーはあらかじめ、亜鉛めっきのある素線とない素線で計測を行い、図 14.4に示す交流電流を流した場合に計測される電圧の X 成分と Y 成分データによる腐食評価基準グラフを作成する。そのグラフ上に計測データをプロットして腐食の可能性について評価を行う。

腐食の可能性に関しては亜鉛めっきなしのラインと亜鉛めっき有りのラインからなる角度 θ_a と、亜鉛めっきありのラインと計測データとの最大角度 θ_i で評価する。

評価式： $\theta_i \geq \theta_a / 2$ ：腐食可能性有り

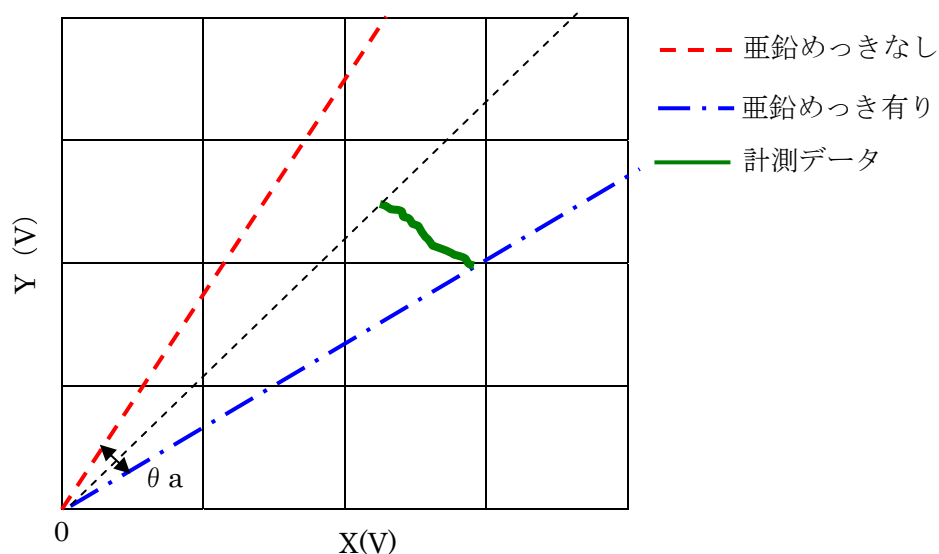


図-14.4 腐食評価基準グラフ

※なお、今回示している評価式は、平成 23 年度業務で実施した試行点検で確認された範囲で、開封の結果が表面錆であったことを根拠にしている。