

23. 非破壊試験によるコンクリート構造物中の 配筋状態及びかぶり測定要領

目 次

| | |
|-----------------------|-------|
| 1. はじめに | 23-2 |
| 2. 適用範囲 | 23-2 |
| 3. 施工者の実施事項 | 23-2 |
| 3.1 試験法の選定 | 23-2 |
| 3.2 事前準備 | 23-2 |
| (1) 設計諸元の事前確認 | 23-2 |
| (2) 施工計画書への記載 | 23-2 |
| 3.3 測定の実施及び判定 | 23-2 |
| 3.4 測定に関する資料の提出等 | 23-2 |
| 4. 監督職員の実施事項 | 23-5 |
| 4.1 採用する試験法の承諾 | 23-5 |
| 4.2 施工計画書における記載事項の把握 | 23-5 |
| 4.3 測定の立会及び報告書の確認 | 23-5 |
| 5. 検査職員の実施事項 | 23-5 |
| 6. 測定方法 | 23-7 |
| 6.1 試験法について | 23-7 |
| (1) 対象構造物に適用する試験法 | 23-7 |
| (2) 試験法の採用条件等 | 23-7 |
| (3) 非破壊試験における留意点 | 23-8 |
| (4) 測定手順 | 23-10 |
| 6.2 測定者 | 23-12 |
| 6.3 測定位置 | 23-12 |
| (1) 測定位置の選定 | 23-12 |
| 6.4 判定基準 | 23-14 |
| 6.5 非破壊試験による測定の省略について | 23-16 |
| (1) 橋梁下部工柱部 | 23-16 |
| (2) ボックスカルパート | 23-16 |

1. はじめに

本要領は、コンクリート構造物内部の鉄筋の配筋状態及びかぶりを対象として探査装置を用いた非破壊試験による測定を行うにあたり、施工者の施工管理（品質管理）及び発注者の監督・検査における実施内容を定めたものである。

2. 適用範囲

橋梁上部工・下部工及び重要構造物である内空断面積 25 m²以上のボックスカルバートを対象とする。ただし、工場製作のプレキャスト製品は対象外とする。

3. 施工者の実施事項

3.1 試験法の選定

「6.1(1)対象構造物に適用する試験法」に従い、対象構造物に適用する試験法を選定する。

3.2 事前準備

(1) 設計諸元の事前確認

探査試験を開始する前に、探査箇所の設計図及び完成図等の既存資料より、測定対象のコンクリート構造物の設計諸元（形状、鉄筋径、かぶり、間隔等）を事前に確認する。

(2) 施工計画書への記載

施工者は、事前調査結果に基づき測定方法や測定位置等について、施工計画書に記載し、監督職員へ提出するものとする。

3.3 測定の実施及び判定

施工者は、「6. 測定方法」に従い、コンクリート構造物の配筋状態及びかぶりの測定を実施し、その適否について判定を行うものとする。

3.4 測定に関する資料の提出等

施工者は、本測定の実施に関する資料を整備、保管し、監督職員からの請求があった場合は、遅滞なく提示するとともに検査時に提出しなければならない。

測定結果については、表 1 に示す内容を網羅した測定結果報告書を作成し、測定後随時、提出するものとする。

鉄筋探査の流れを図 1 に示す。

表1 測定結果報告書に記載すべき事項

| 種別 | 作成頻度 | 報告すべき内容 | | 添付資料 |
|--------------------|------|--|----------------------------------|--|
| 工事概要及び測定装置 | 工事毎 | 工事名称 | | |
| | | 構造物名称 | | |
| | | 測定年月日 | | |
| | | 測定場所 | | |
| | | 測定技術者 (所属、証明書番号、署名) | | 一定の技術を証明する資料 |
| | | 探査装置 (名称、形状、製造番号、製造会社名、連絡先) | | |
| | | 探査装置の校正記録 | | ①校正記録 ②略図 ③写真 |
| 測定結果 精度向上へ向けた補正 | 補正毎 | 電磁波レーダ法 | 比誘電率の算出を行った対象（測定箇所）の形状、材質及び測定面状態 | |
| | | | 測定結果 | ①測定結果図 ②結果データ |
| | | 電磁誘導法 | かぶり補正値の算出を行った対象の鉄筋径、板の材質 | |
| | | | 測定結果 | ①測定結果図 ②結果データ |
| 測定結果 | 測定毎 | 構造物の種類 (橋梁下部工、橋梁上部工、ボックスカルバート工) | | |
| | | 測定対象の構造・構成及び測定箇所 | | 測定箇所位置図 (構造図に測定箇所を明示し、箇所を特定する記号を付した図) |
| | | 測定対象の配筋状態 | | 配筋図、施工図等 |
| | | 測定結果 (測定箇所ごとの①設計値②許容誤差③最小かぶり④算出に用いる比誘電率・かぶり補正値⑤測定値⑥適合の判定結果を一覧表にするものとし、測定対象、測定箇所は、記号を付ける等の方法により試験箇所位置図と対応させる。) | | ①測定結果図 ②結果データ ③測定結果一覧表 ④測定状況の写真 |
| | | 不合格箇所* | | |
| | | 指摘事項* (段階確認等において、監督職員等に指摘された事項を記入すること。) | | |
| | | 協議事項* (監督職員との協議事項等について記入すること) | | |

※ 不合格時のみ報告する事項

注) 電磁波レーダ法及び電磁誘導法以外の試験方法で測定を行った場合の報告書の記載事項については、監督職員と協議の上作成するものとする。

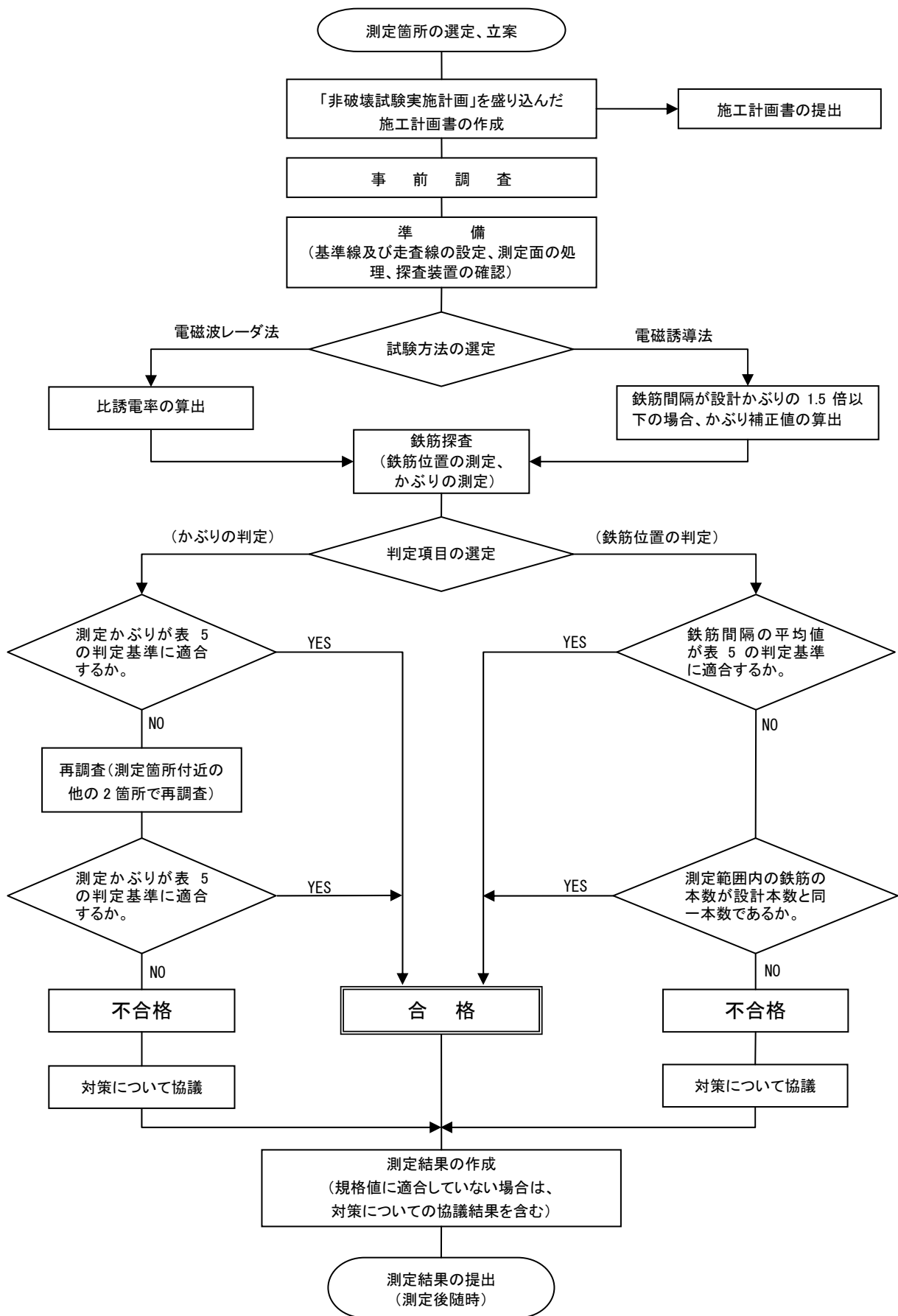


図1 鉄筋探査の流れ

4. 監督職員の実施事項

4.1 採用する試験法の承諾

(電磁誘導法及び電磁波レーダ法以外による試験法を採用する場合のみ)

監督職員は、施工者から提出された採用する試験法に関する書類を確認し、測定を実施する前に承諾するものとする。

4.2 施工計画書における記載事項の把握

監督職員は、施工者から提出された施工計画書により、非破壊試験による品質管理計画の概要を把握する。概要の把握は、主に次の事項の確認によって行うものとする。

- 1) 対象構造物
- 2) 試験法
- 3) 測定位置

4.3 測定の立会及び報告書の確認

監督職員は、施工者が行う非破壊試験に対し、1工事につき1回以上立会するとともに、任意の位置を選定（1箇所以上）し、施工者に非破壊試験を実施させ、測定結果報告書を確認するものとする。なお、本測定の実施に関する資料は、必要に応じて施工中に提示を求めることができる。

5. 検査職員の実施事項

検査職員は、完成検査時に対象となる全ての測定結果報告書を確認する。なお、中間技術検査においても、対象となる全ての測定結果報告書を確認するものとする。

6. 測定方法

6.1 試験法について

(1) 対象構造物に適用する試験法

1) 橋梁上部工

橋梁上部工は、電磁誘導法を使用することを標準とする。

2) 橋梁下部工

橋梁下部工は、電磁波レーダ法を使用することを標準とする。

3) ボックスカルバート

ボックスカルバートは、電磁誘導法または電磁波レーダ法を標準とする。

表 2 対象構造物の測定部位に適用する試験法

| 対象構造物 | 標準とする試験法 |
|-----------|---------------|
| 橋梁上部工 | 電磁誘導法 |
| 橋梁下部工 | 電磁波レーダ法 |
| ボックスカルバート | 電磁誘導法、電磁波レーダ法 |

(2) 試験法の採用条件等

測定に用いる各試験法は、表 3 に示す性能を満たす測定装置を用いて行うものとする。記録装置は、得られたデジタル又はアナログ出力を記録できるものとする。

なお、電磁誘導法及び電磁波レーダ法以外で表 3 に示す性能を確保できる試験法により実施する場合は、事前にその試験方法に関する技術資料を添付して監督職員の承諾を得るものとする。

表3 探査装置の性能（電磁誘導、電磁波レーダ法共）

| 種別 | 項目 | | 要求性能（電磁誘導、レーダ共） | |
|------|-----------------------|---------------|---|----------------------------|
| 基本性能 | 対象となる鉄筋の種類 | | 呼び名 D10～D51（注1）を測定できること | |
| | 分解能 | 距離 | 5mm 以下であること | |
| | | かぶり | 2～3mm 以下であること | |
| 測定精度 | 間隔の測定精度 | | ±10mm 以下であること | |
| | かぶりの測定精度 | | ±5mm 以下であること | |
| | 測定可能な鉄筋の間隔 （中心間距離） | 電磁誘導法 （注3） | 設計かぶりが50mm 未満の場合 | 75mm の鉄筋間隔が測定できること |
| | | | 設計かぶりが50mm 以上の場合 | 設計かぶり×1.5 の距離の鉄筋間隔が測定できること |
| | | 電磁波レーダ法 | 設計かぶりが75mm 未満の場合 | 75mm の鉄筋間隔が測定できること |
| | | | 設計かぶりが75mm 以上の場合 | 設計かぶりの距離の鉄筋間隔が測定できること |
| 記録機能 | データの記録 | | <ul style="list-style-type: none"> ・デジタル記録であること ・容量（注2）1日分の結果を有すること | |

注1）当該工事で使用する鉄筋径が探査可能であれば可

注2）装置内の記録だけでなく、データをパソコンに転送、メモリーカードに記録できる機能などでも良い。

注3）電磁誘導法における鉄筋間隔が設計かぶりの1.5倍以下の場合、「電磁誘導法による近接鉄筋の影響の補正方法」の方法（独）土木研究所HP）により、近接鉄筋の影響についての補正を行う。

(3) 非破壊試験における留意点

非破壊試験による配筋状態およびかぶり測定における留意点を以下に示す。

1) 測定機器の校正

探査装置は、メーカー等により校正された機材を用い、測定者は使用に際して校正記録を確認するものとする。

2) 測定精度向上のための補正方法

a) 電磁誘導法におけるかぶり測定値の補正方法

電磁誘導法による測定では、鉄筋の配筋状態が異なると磁場の影響が異なるため、かぶり測定値の補正が必要となる。したがって、実際の配筋状態によって補正值を決定しておくものとする。(詳細については、別途、測定要領(解説)を参照すること)

b) 電磁波レーダ法における比誘電率分布の補正方法

電磁波レーダ法による測定は、測定対象物のコンクリートの状態(特に含水率の影響が大きい)により比誘電率が異なることにより、測定に先立ち比誘電率分布を求めるものとする。(詳細については、別途、測定要領(解説)を参照すること)

表 4 補正測定が必要な条件及び頻度

| | 補正が必要な条件 | 測定頻度 | |
|----------------------|--|--------------|---|
| | | 配筋条件 | コンクリート条件 |
| 電磁波レーダ法における比誘電率分布の補正 | 含水状態が異なると考えられる部位ごとに測定 例えば、 ・コンクリート打設日が異なる場合 ・脱型時期が異なる場合 ・乾燥状態が異なる場合(例えば、南面は日当たりがいいが、北面はじめじめしている)など | 配筋条件が異なる毎に測定 | 現場施工条件を考慮し、測定時のコンクリート含水率が同一となると考えられる箇所毎 |
| 電磁誘導法におけるかぶり測定値の補正 | 鉄筋間隔が、設計かぶりの1.5倍以下の場合 | 配筋条件が異なる毎に測定 | — |

3) 測定面の表面処理

コンクリート構造物は測定が良好に実施出来るよう、コンクリート構造物の汚れ等測定を妨げるものが存在する場合には、これらを除去する等、測定面の適切な処理を行うこと。

4) 電磁波レーダ法による測定時の留意点

電磁波レーダ法による測定の場合、以下の条件に該当する構造物は測定が困難となる可能性がある為、それらの対処法について検討しておくものとする。

- ・鉄筋間隔がかぶり厚さに近い小さい場合。
- ・脱型直後，雨天直後など，コンクリート内に水が多く含まれている場合。
- ・鉄筋径が太い場合。

また、電磁波レーダ法については、現場の工程に支障の及ばない範囲において、コンクリートの乾燥期間を可能な限り確保した上で測定を行うこと。

(4) 測定手順

配筋状態の測定は、60cm×60cm以上の範囲における鉄筋間隔、測定長さあたりの本数を対象とするものである。

コンクリート構造物中の配筋状態及びかぶりの探査は、走査線上に探査装置を走査することによって行う。以下に基準線、走査線の設定から測定までの手順を示す。なお、各段階において参照する図については、下部工柱部を想定して作成したものである。

1) 基準線、走査線の設定及び鉄筋位置のマーキング

- ①探査面（コンクリート表面）の探査範囲（60cm×60cm以上）内に予想される鉄筋の軸方向に合わせて、直交する2本の基準線（X、Y軸）を定めマーキングする。
- ②次に、基準線に平行にX軸、Y軸それぞれ測定範囲の両端及び中央に走査線3ラインを格子状にマーキングする。
- ③マーキングされた走査線上を走査することにより配筋状態の探査を行い、鉄筋位置のマーキングを行う（図2参照）。

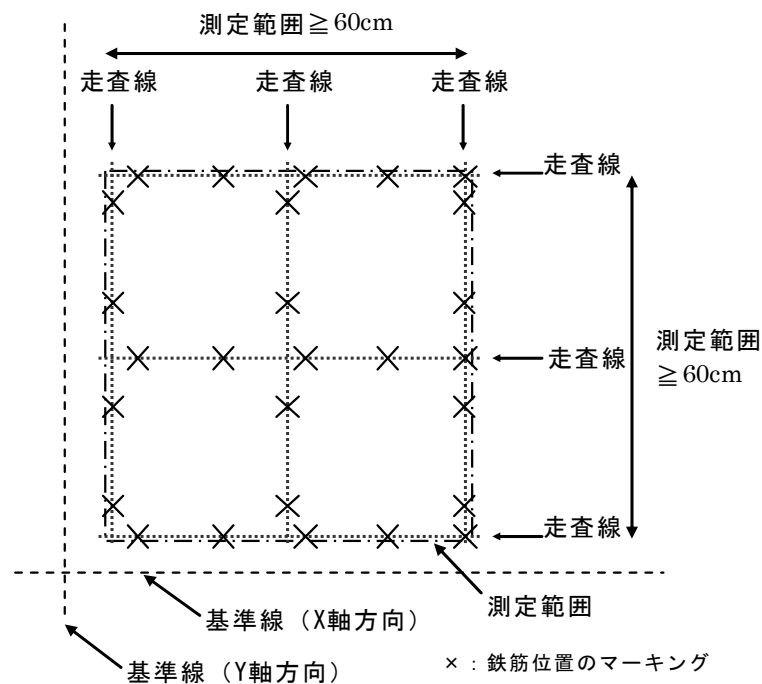


図2 配筋状態の測定（鉄筋位置のマーキング）

2) 鉄筋位置の作図及びかぶり走査線の設定

鉄筋位置のマーキング 3 点を結び、測定面に鉄筋位置を示す。作図された鉄筋位置により配筋状態を確認した後、かぶりの測定に際し、鉄筋間の中間を選定し、測定対象鉄筋に直交する 3 ラインのかぶり測定走査線を設定する (図 3 参照)。

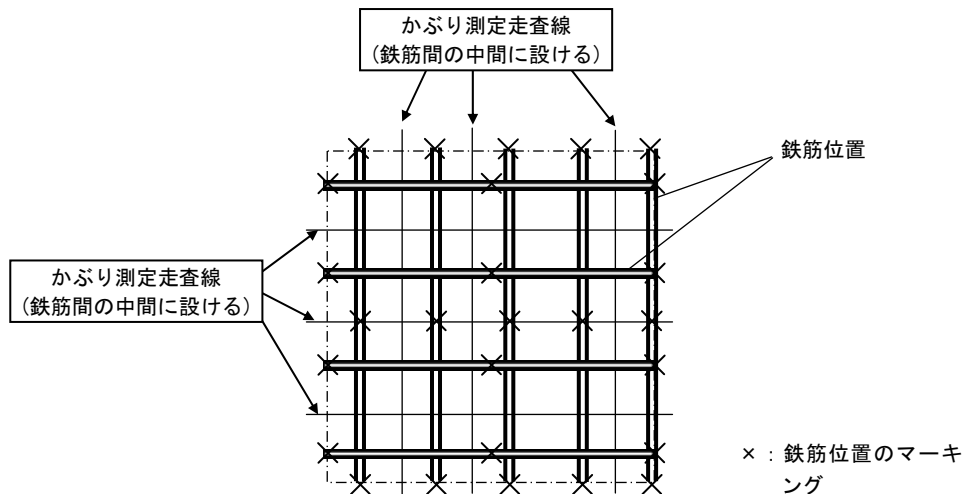


図 3 鉄筋位置の作図及びかぶり走査線の設定

3) かぶりの測定

かぶり測定走査線にて測定を行い、全ての測点の測定結果についての判定基準により適否の判断を行う (図 4 参照)。

なお、かぶりの測定は、設計上最外縁の鉄筋を対象に行うこととする。

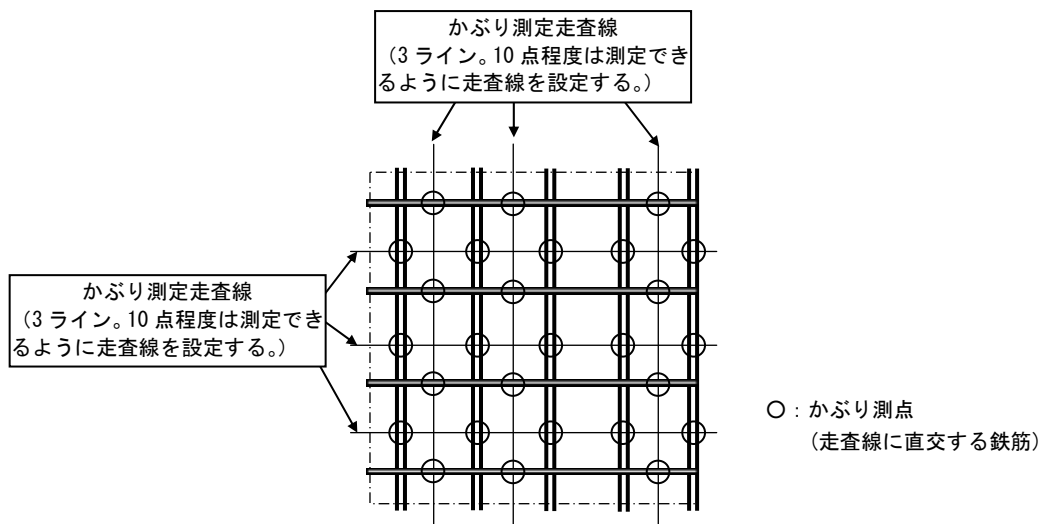


図 4 かぶりの測定

6.2 測定者

本測定の実施に際しては、各試験に固有の検査技術ならびにその評価法について十分な知識を有することが必要である。このため、施工者は、測定者の有する技術・資格などを証明する資料を添付し、事前に監督職員の承諾を得るものとする。

6.3 測定位置

(1) 測定位置の選定

測定位置は、以下の1)～3)を参考にして、応力が大きく作用する箇所や隅角部等施工に際してかぶり不足が懸念される箇所、コンクリートの剥落の可能性がある箇所などから選定するものとする。

なお、測定断面数や測定範囲等について、対象構造物の構造や配筋状態等により上記により難しい場合は、発注者と協議の上変更してもよい。

また、段階確認による非破壊試験の測定の省略については、「6.5 非破壊試験による測定の省略について」を参照のこと。

1) 橋梁上部工

1 径間当たり 3 断面（支間中央部および支点部近傍）の測定を行うことを標準とする。各断面における測定箇所は、図 5 を参考に選定するものとする。

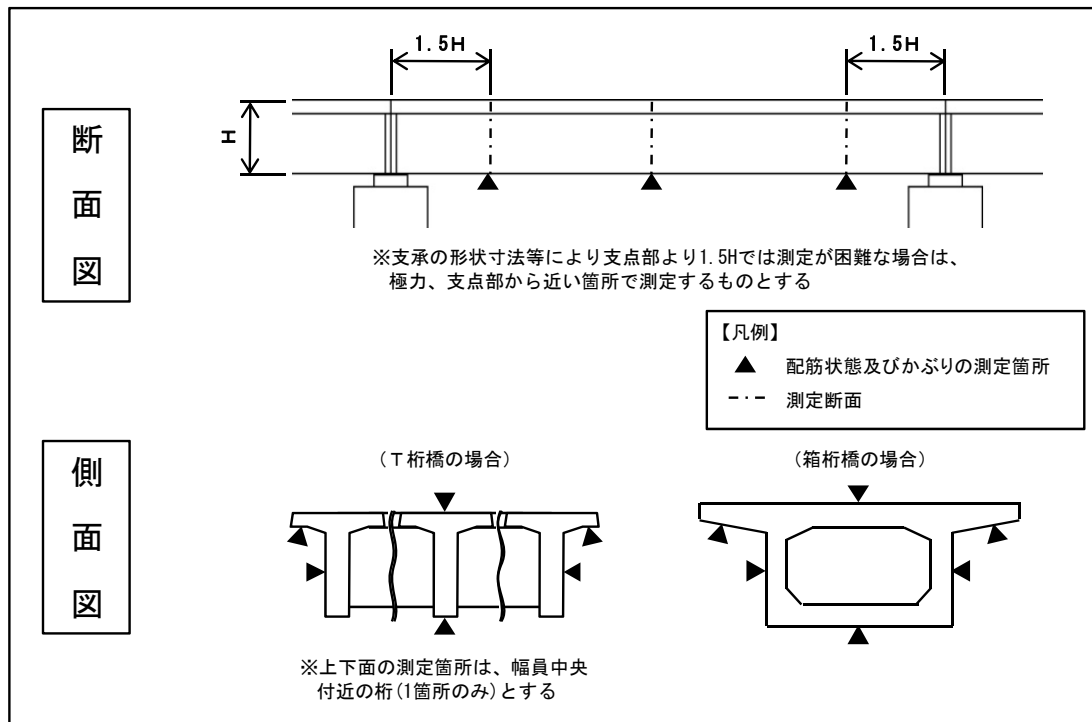
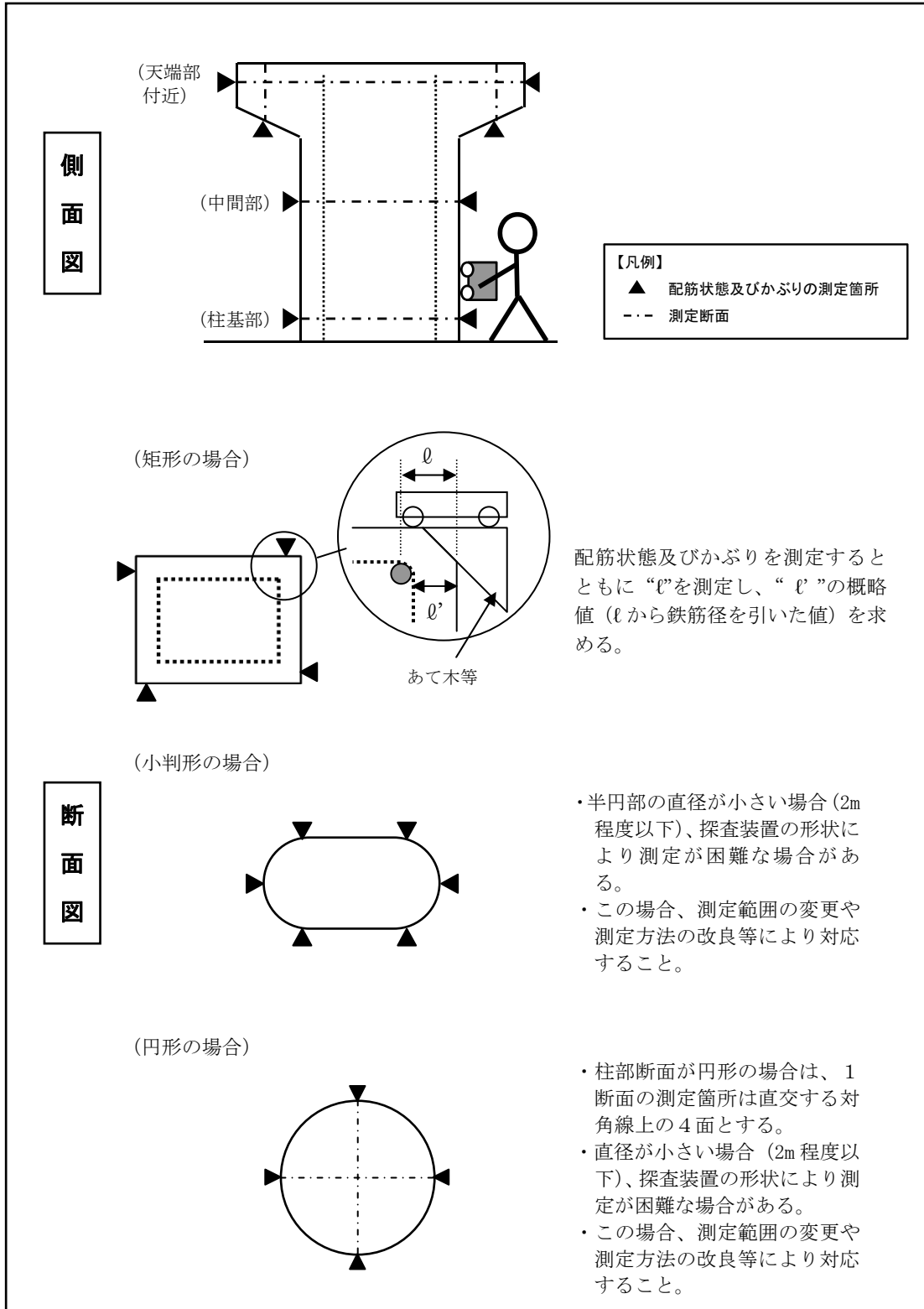


図 5 橋梁上部工の測定位置 (例)

2) 橋梁下部工

柱部は3断面（基部、中間部および天端部付近）、張出し部は下面2箇所の測定を行うことを標準とする。各断面における測定箇所は、図6を参考に選定するものとする。



3) ボックスカルバート

1 基あたり 2 断面の測定を行うことを標準とする。各断面における測定箇所は、図 7 を参考に選定するものとする。

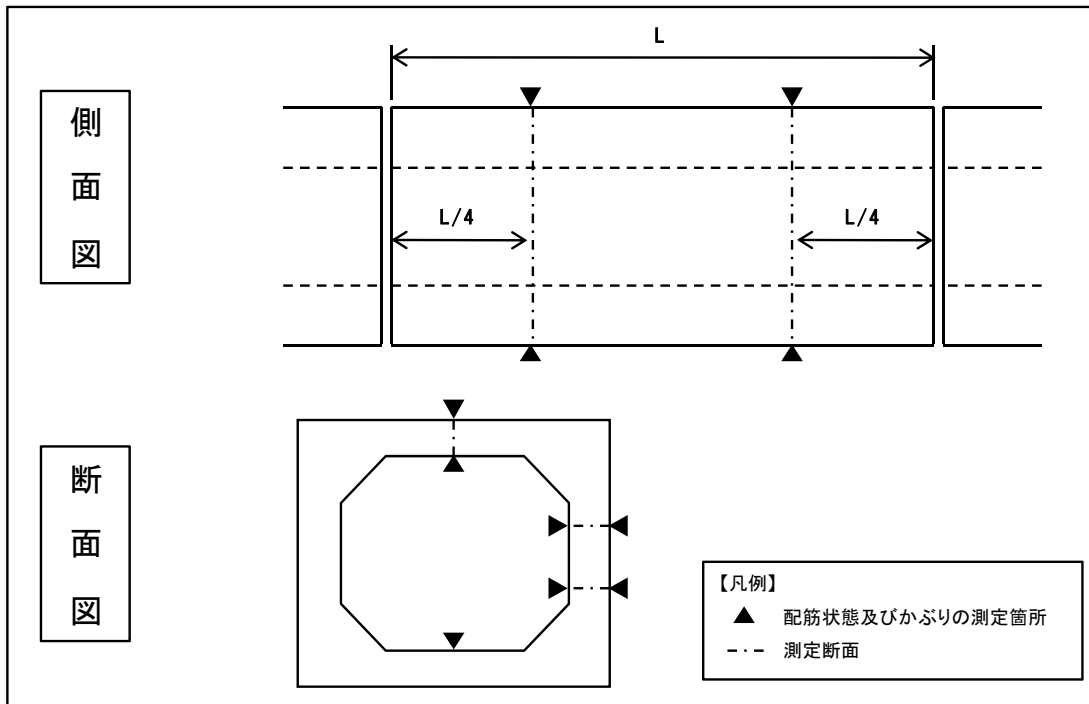


図 7 ボックスカルバートの測定位置 (例)

6.4 判定基準

配筋状態及びかぶりの適否判定は、表 5 により適否の判定を行うものとする。

なお、判定を行う際の測定値は、単位は mm、有効桁数は小数点第 1 位とし、小数点第 2 位を四捨五入するものとする。

適否の判断において不良となった測点については、当該測点から鉄筋間隔程度離して両側に走査線を設定し、再測定を行い適否の判断を行う。再測定において 1 測点でも不良となった場合は、不合格とする。

表 5 非破壊試験結果の判定基準

| 項目 | 判定基準 |
|-------------------------|---|
| 配筋状態 (鉄筋の測定中心間隔の平均値) | 規格値 (=設計間隔 $\pm\phi$) $\pm 10\text{mm}$ 上記の判定基準を満たさなかった場合は、 設計本数と同一本数以上であることで合格とする |
| かぶり | (設計値 $+\phi$) $\times 1.2$ 以下 かつ、 下記いずれかの大きい値以上とする (設計値 $-\phi$) $\times 0.8$ 又は、最小かぶり $\times 0.8$ |

ここで、 ϕ : 鉄筋径

注 5)

出来形管理基準による配筋状態及びかぶりの規格値 (以下、規格値という) は、出来形管理基準にお

いて表 4 の様に示されている。コンクリート打設後の実際の配筋状態及びかぶりは、この「規格値」を満たしていれば適正であるといえる。

なお、「規格値」において、 $\pm\phi$ の範囲（ただし、かぶりについては最小かぶり以上）を許容しているが、これは施工誤差を考慮したものである（図 8 A部分 参照）。

注 6)

現状の非破壊試験の測定技術においては、実際の鉄筋位置に対して測定誤差が発生する。このため、非破壊試験においては、測定誤差を考慮して判定基準を定めている。

「判定基準」では、この測定誤差の精度を、鉄筋の測定中心間隔の平均値については ± 10 mm、かぶりについては $\pm 20\%$ 以内であるとして、「規格値」よりも緩和した値としている（図 8 B部分 参照）。

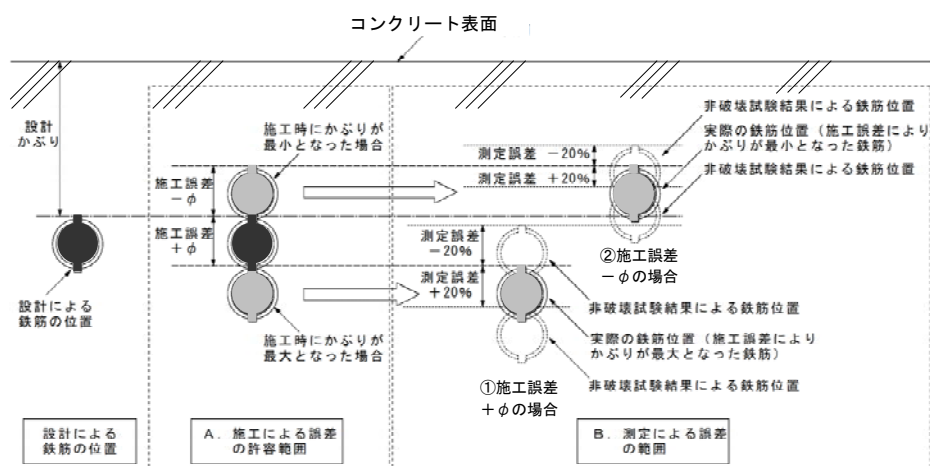


図 8 かぶりの施工誤差及び測定誤差

6.5 非破壊試験による測定の省略について

下部工柱部およびボックスカルバートにおける一部の断面については、測定箇所近傍の打継目においてコンクリート打設前に鉄筋のかぶりを段階確認時に実測した場合は、非破壊試験による測定の省略してもよいものとする。

(1) 橋梁下部工柱部

下部工柱部 中間部については、近傍の打継目においてコンクリート打設前に主筋のかぶりを段階確認時に実測した場合、測定の省略してもよいものとする。(図(a)参照)

(2) ボックスカルバート

側壁部については、近傍の打継目においてコンクリート打設前に主筋のかぶりを段階確認時に実測した場合、測定の省略してもよいものとする。(図(b)参照)

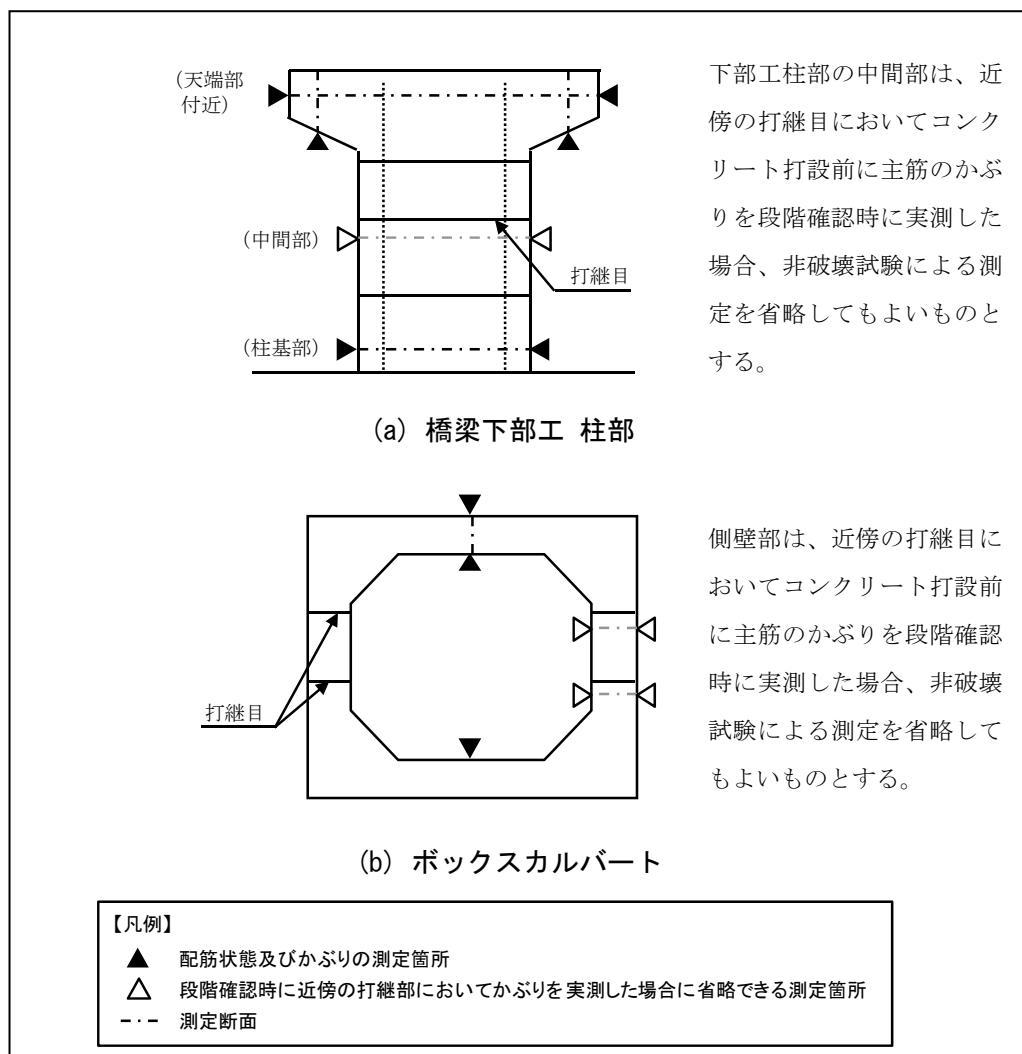


図9 非破壊試験による測定の省略