

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(案)

平成21年3月

国土交通省大臣官房技術調査課

目 次

1. 適用範囲.....	1
2. 測定の対象等.....	1
(1) 測定断面数及び測定箇所	1
(2) 測定対象	2
3. 使用機材.....	5
(1) 校正.....	5
(2) 使用機材	5
4. 測定者	6
5. 事前調査.....	6
6. 測定方法.....	7
(1) 測定精度向上のための補正方法.....	7
(2) 測定面の処理	7
(3) 探査試験	7
(4) 鉄筋の位置とかぶりの測定が困難な場合	11
7. 規格値	12
8. 報告	13
9. 検査の実施	13

1. 適用範囲

この要領は請負者の施工管理（出来形管理）において、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て測定を行う場合に適用する。なお、対象構造物としては、橋梁上部・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（工場製作のプレキャスト製品は全ての工種において対象外）とし、施工条件等によりこの要領（案）によりがたい場合は、監督職員と協議の上、適用範囲を変更してもよい。

請負者は、監督職員が立会を行う場合には、足場の存置に努めるものとする。

また、完成検査、中間技術検査等において、発注者から足場設置等の検査に必要な指示があった場合は検査できるように準備するものとする。

2. 測定の対象等

(1) 測定断面数及び測定箇所

対象構造物において、原則として表 1 に示す数の測定断面を設定し、各断面において、測定箇所を設定する。測定箇所は、60cm 以上×60cm 以上の範囲（P9 の図 3）とし、図 2(P3～4)を参考として、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。ただし、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。

表 1 対象構造物と測定断面数等

対象構造物	測定断面数	測定箇所	試験方法
橋梁上部工	一径間あたり 2 断面	図 2 参照	電磁誘導法
橋梁下部工	柱部 3 断面（注 1） 張り出し部 2 箇所	図 2 参照	電磁波レーダ法
重要構造物の ボックスカルバート工	1 基あたり 2 断面	図 2 参照	電磁誘導法、 電磁波レーダ法

・構造物の条件、測定装置の性能等を考慮して試験方法を選定することとするが、試験方法の特性及び想定される設計かぶりより、上部工は電磁誘導法、下部工は電磁波レーダ法を使用することを原則とする。

・表 2（P5）に示す性能を確保できる試験方法により実施すること。

・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。

注 1）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には、実測付近の中段、上段の測定を省略することができる。

(2) 測定対象

配筋状態の測定は、鉄筋間隔、測定長さあたりの本数（P10 図 4 参照）を対象とする。かぶりの測定は、設計上最外縁の鉄筋（上部工のスターラップ、下部工の帯鉄筋等）を対象に行うこととする。なお、鉄筋の腐食によるコンクリート表面の剥離、崩落を防止する観点から帯鉄筋等がある場合は、同様にそれらのかぶりも測定する。

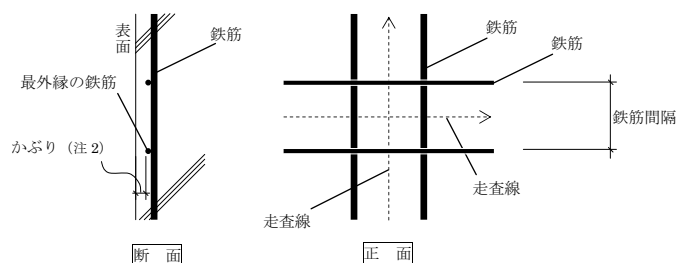


図 1 測定対象

注 2) 「かぶり」は、各示方書等において以下の様に記述されている。

- ・共通仕様書：コンクリート表面から鉄筋までの最短距離
- ・道路橋示方書：鋼材の最外面からコンクリート表面までの距離、すなわちかぶりの最小値
- ・コンクリート標準示方書：鋼材あるいはシースの表面からコンクリート表面までの最短距離で計測したコンクリートの厚さ

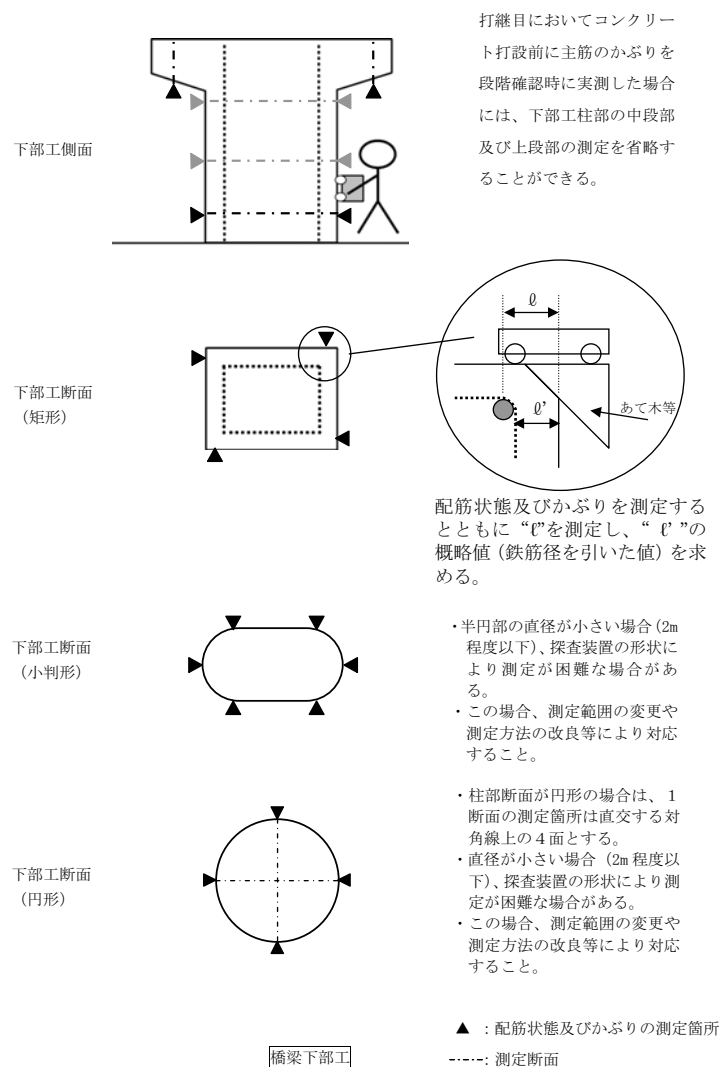
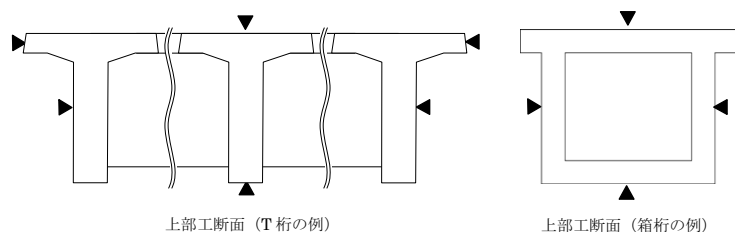
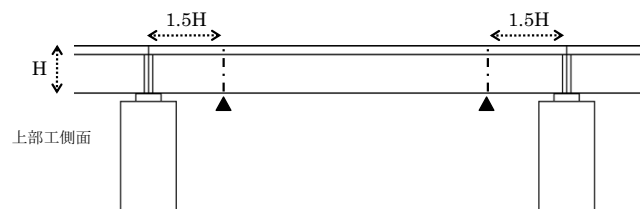


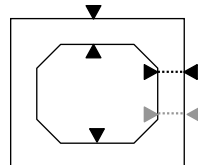
図 2 配筋状態及びかぶりの測定箇所（例）（その 1）



※上下面の測定箇所は、中央付近の桁(1 箇所のみ)とする

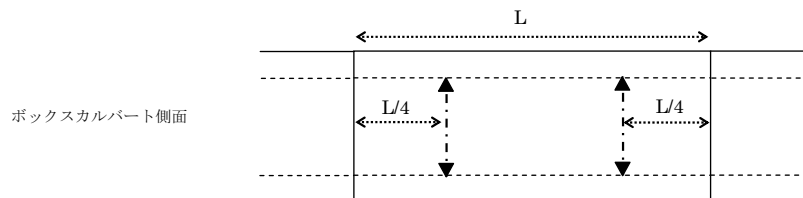


※支座部の形状寸法により、支座部より 1.5H では測定が困難な場合は極力支障部から近い箇所とする



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には、打継部付近の測定を省略することができる。

ボックスカルバート断面



ボックスカルバート工

▲ : 配筋状態及びかぶりの測定箇所

----- : 測定断面

図 2 配筋状態及びかぶりの測定箇所 (例) (その 2)

3. 使用機材

(1) 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、使用に際して校正記録を確認するものとする。

(2) 使用機材

探査装置は、表 2 の性能を満たすものを使用すること。

なお、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。

表 2 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、レーダ法共）	
基本性能	対象となる鉄筋の種類		呼び名 D10～D51（注 3）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	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		デジタル記録であること。 容量（注 5）1 日分の結果を有すること	

注 3) 当該工事で使用する鉄筋径が探査可能であれば可

注 4) 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 5) 電磁誘導法及び電磁波レーダ法以外で上記に示す性能を確保できる試験法により実施する場合は、事前に監督職員の承諾を得るものとする。

4. 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、測定者について、事前に監督職員の承諾を得た者が実施するものとする。

5. 事前調査

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。

6. 測定方法

(1) 測定精度向上のための補正方法

1) 電磁波レーダ法における比誘電率分布及びかぶりの求め方

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。

2) 電磁誘導法におけるかぶり測定値の補正方法及びかぶりの求め方

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値を決定しておく。

表 3 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及びかぶりの求め方	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方法及びかぶりの求め方	鉄筋間隔が設計かぶりの 1.5 倍以上の場合	配筋条件が異なる毎に測定	—

(2) 測定面の処理

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。

(3) 探査試験

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ている。

1) 基準線、走査線の設定及び鉄筋位置のマーキング

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。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。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3参照）。

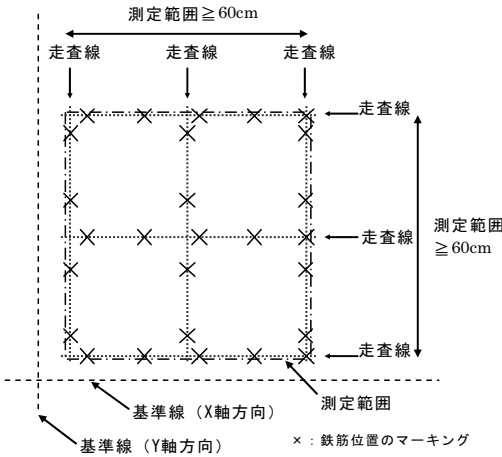


図 3 配筋状態の測定（鉄筋位置のマーキング）

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 4 参照)。

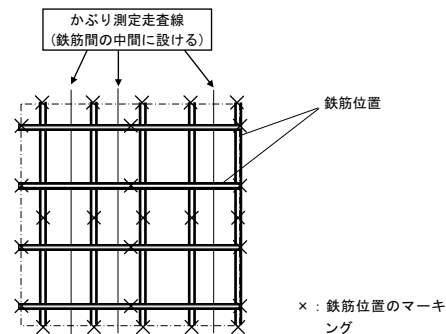


図 4 鉄筋位置の作図及びかぶり走査線の設定

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表 4 の判定基準により適否の判断を行う (図 5 参照)。また、帯鉄筋等がある場合は、それらのかぶりを測定、もしくは、既知の鉄筋径より推定し、その値が表 4 の判定基準を満たすこととする。

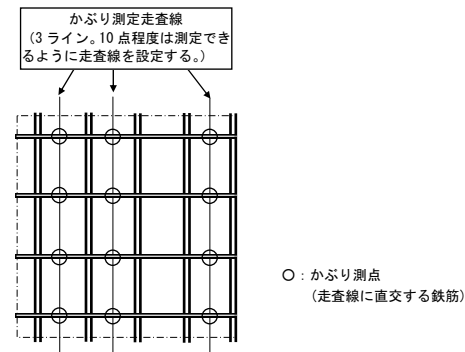


図 5 かぶりの測定

(4) 鉄筋の位置とかぶりの測定が困難な場合

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。

7. 規格値

配筋状態及びかぶりの規格値は、出来形管理基準において表 4 の様に示されている。本試験においては、これらの規格値と測定による誤差を考慮し、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（図 7 参照）。

表 4 出来形管理基準による規格値

項 目	規格値（注 7）
配筋状態（鉄筋の測定中心間隔の平均値）	設計間隔±φ
かぶり	設計値±φかつ最小かぶり以上

φ：鉄筋径

表 5 非破壊試験結果の判定基準

項 目	判定基準（注 8）
配筋状態（鉄筋の測定中心間隔の平均値）	規格値±10mm 上記判定基準を満たさなかった場合 設計本数と同一本数以上
かぶり	(設計値+φ)×1.2 以下かつ 下記いずれかの大きい値以上 (設計値-φ)×0.8 又は 最小かぶり×0.8

φ：鉄筋径

注 7）

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、±φ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 6 A 部分 参照）。

注 8）

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±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 6 B 部分 参照）。

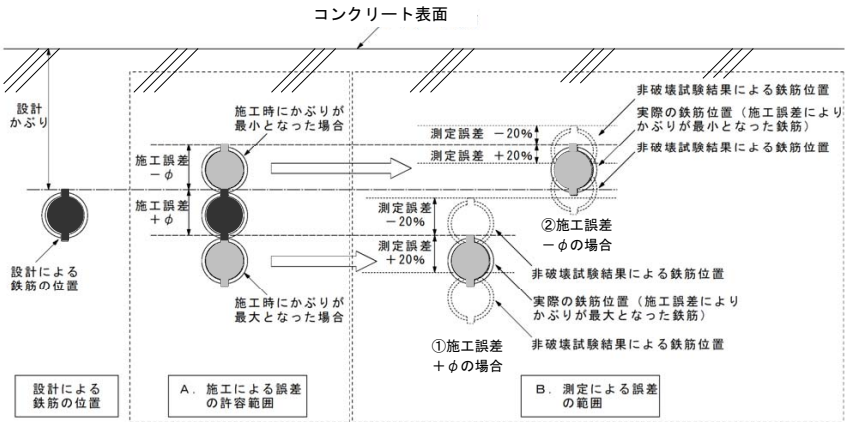


図 6 かぶりの施工誤差及び測定誤差

8. 報告

この非破壊試験は、工事目的物の出来形及び品質規格の確保を図ることを目的として請負者が実施するものであり、測定方法や測定箇所等について施工計画書に記載し提出するとともに、測定結果は、表 6 に示す内容を網羅した上で測定結果報告書を作成し、測定後随時及び工事完成検査時に提出・報告を行うこと。

図 7 に鉄筋探索の流れを示す。

9. 検査の実施

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。また、測定結果報告書の確認に加え、任意の位置を選定（1箇所以上）し、本要領に基づき非破壊試験を実施し、鉄筋の配筋状態及びかぶりの適否を判断する。足場等が必要となる位置の測定を実施する場合は、あらかじめ、足場等の確保を指示しておくものとする。

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。（現地における任意位置での測定については、完成検査時の実施とする）

表 6 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
正 精度 測定 向上 結果 へ向けた補	補正毎	電磁波レーダー法	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) 電磁波レーダー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。

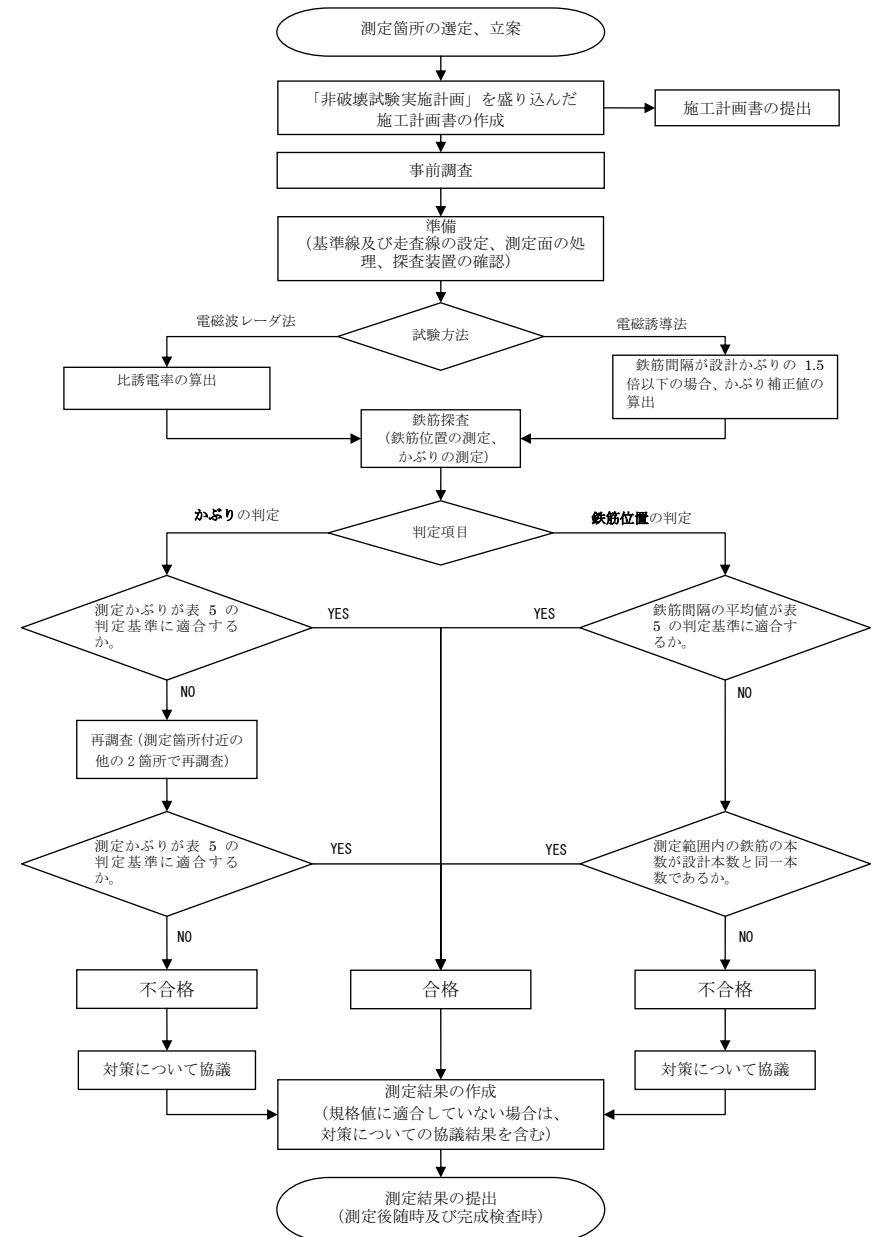


図 7 鉄筋探査の流れ

微破壊・非破壊試験による
コンクリート構造物の強度測定要領(案)

平成 21 年 3 月

国土交通省大臣官房技術調査課

目 次

1. 適用範囲	1
2. 測定の対象等	1
(1) 対象構造物に対する測定方法	1
3. 測定方法	3
(1) 試験法の条件等	3
(2) 試験回数、測定位置	3
4. 測定者	8
5. 事前準備	8
6. 判定基準	9
7. 報告	11
8. 検査の実施	11

1. 適用範囲

この要領は請負者の施工管理（品質管理）及び発注者の検査において、コンクリート構造物の強度測定を行う場合に適用する。なお、対象構造物としては、橋長 30m 以上の橋梁上・下部工（工場製作のプレキャスト製品は対象外）とする。

また、完成検査、中間技術検査等において、発注者から足場設置等の検査に必要な指示があった場合は検査できるように準備するものとする。

本要領の「2. 測定の対象等」～「7. 報告」については、請負者の施工管理（品質管理）に関する記述であり、「8. 検査の実施」については、発注者の検査に関する記述となっている。

なお、非破壊試験にて測定される値は非破壊検査特有の誤差を有した概算値であり、この要領にて定める判定基準を下回った場合は、微破壊試験によりその測定値の信頼性を確認することを前提とする。

2. 測定の対象等

(1) 対象構造物に対する測定方法

コンクリート構造物の強度測定の試験は、構造物の対象部位毎に表 1 に従い実施する。強度測定に用いる技術は、「微破壊試験」と「非破壊試験」に大別され、その特徴を表 2 に示す。

本測定の対象構造物である、橋梁上部、橋梁下部工に対して、完成後不可視部分となるフーチング部は、構造物の側面に設けた供試体（以下、「外部供試体」）による試験を標準とする。これは、「外部供試体」による試験精度が、非破壊試験に対して高いことに加え、型枠脱型直後から供試体の採取が可能であり、埋戻しなどの工程への影響が避けられるためである。さらに、「外部供試体」の割取り面は、平滑な状態ではないが、埋戻される場合、補修の必要性がない。なお、埋戻し等の工程に支障がない場合には、「外部供試体」に替えて「内部供試体」（以下 小径コア）による試験を実施しても良い。

完成後可視部分である、柱部及び桁部は、非破壊試験である超音波を用いた試験方法（以下 「超音波法」及び衝撃弾性波を用いた試験方法（以下 「衝撃弾性波法」）のいずれかの方法で実施する。これは、非破壊試験は、微破壊試験に比較して比較的簡易に実施できるためコンクリート構造物の初期強度のみならず、継続して試験を行うことにより、維持管理段階においてコンクリート構造物の強度を把握することができ、これにより対象構造物の品質の一層の向上を目指すものである。また、非破壊試験による強度推定値が合否判定基準を満たさない場合には、構造体を与える損傷が小さい、「小径コア」による試験を実施する。

表 1 構造物の対象部位による強度試験法

対象	対象部位	強度試験法
橋梁上部工	桁部	非破壊試験（衝撃弾性波法又は、超音波法） ※非破壊試験において判定基準を満たしていない場合には、小径コア試験を実施（図 4 参照）
橋梁下部工	柱部、張出し部	非破壊試験（衝撃弾性波法又は、超音波法） ※非破壊試験において判定基準を満たしていない場合には、小径コア試験を実施（図 4 参照）
	フーチング部	外部供試体による試験 ※工程等に支障がない場合には、小径コア試験を実施しても良い

表 2 各種強度試験法の特徴

試験法		補修の要否	試験可能時期	試験実施必要条件	使用コンクリートの条件	備 考
微破壊	外部供試体	不要 (美観等の問題により必要な場合もあり)	脱型直後から可能 (注1)	必要水平幅として 外部型枠寸法 + 100mm 以上	スランブ $\geq$ 8cm (注3) 粗骨材最大寸法 $\leq$ 40mm	外部型枠を設置する必要があるため事前に発注者との協議が必要
	内部供試体 (小径コア)	必要	強度 10N/mm ² 以上より可能 (注2)	部材厚さとしてコア直径の2倍以上	圧縮強度 $\leq$ 70N/mm ² 粗骨材最大寸法 $\leq$ 40mm	鉄筋探査により鉄筋がない位置を選定
非破壊	超音波法	不要	脱型直後から可能 (注1)	必要幅として 1000mm以上(探触子設置間隔)	特になし	コンクリートの種類ごとに事前に円柱供試体を用いた検量線の作成(圧縮強度推定用)が必要
	衝撃弾性波法			必要幅として 450mm 以上 (探触子・ハンマー間隔)	特になし	

注1) 測定精度を向上するため可能な限りコンクリート材齢 28 日に近い時期に試験を実施することが望ましいが、現場の工程に支障の及ばないよう材齢によらず、同日中に複数箇所の試験を行うことができる。

注2) コンクリートの配合によるが目安として打設日から1週間以降。

注3) スランブ 8cm は購入時に指定する値であり、測定値は許容の下限値である 5.5cm 以上のコンクリートを使用。

3. 測定方法

(1) 試験法の条件等

強度測定に用いる各試験法は、表3に示す試験法の条件を満たすものとする。

なお、表3に示した試験方法で測定を行う場合は、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 試験法の条件等

試験法		試験法の条件
微破壊	外部供試体	・外部型枠の作成・設置・強度測定・強度補正方法について確立している方法を用いること
	内部供試体 (小径コア)	・ ϕ 50mm以下とし通常用いられている ϕ 100mmコアに対する強度補正方法が確立していること ・寸法効果が確認されている試験法であること
非破壊	超音波法	・コンクリート構造物の音速測定方法、強度推定方法が確立されていること ・ ϕ 100mmコア強度に対して、 $\pm 15\%$ 程度の精度を有していること
	衝撃弾性波法	・コンクリート構造物の弾性波速度測定方法、強度推定方法が確立されていること ・ ϕ 100mmコア強度に対して、 $\pm 15\%$ 程度の精度を有していること

(2) 試験回数、測定位置

試験は、原則として表4に示す回数の測定を行うこととし、測定位置は、図1、図2、図3を参考として可能な限り対象構造物の異なる側面において打設高さの中間付近を選定する。ただし、コンクリート配合が異なる場合には、その都度表4に示す試験回数の測定を実施する。また、試験回数や測定位置について、対象構造物の形状や構造により上記により難しい場合には、発注者と協議の上変更してもよい。

表 4 対象部位における試験回数

対象	対象部位	試験回数
橋梁上部工	桁部	非破壊（超音波法又は、衝撃弾性波法）により打設回毎、かつ、150m ³ ごとに 1 回の試験を行うことを原則とする。 また、試験回数 3 回以上※で判定ロットを構成する。 1 回の試験における測定は 3 測線とする。 ※小径コア試験を実施する場合は、1 回の試験あたりコアを 2 本採取する。
橋梁下部工	柱部、張出し部	非破壊（超音波法又は、衝撃弾性波法）により打設回毎、かつ、150m ³ ごとに 1 回の試験を行うことを原則とする。 また、試験回数 3 回以上※で判定ロットを構成する。 1 回の試験における測定は 3 測線とする。 ※小径コア試験を実施する場合は、1 回の試験あたりコアを 2 本採取する。
	フーチング部	150m ³ ごとに 1 回の試験を行う。また、1 回の試験に用いる外部供試体は 1 供試体する。 ※小径コア試験を実施する場合は、コアを 6 本以上採取する。

※1ロットまたは2ロットの場合は、試験回数2回で判定ロットを構成してもよい。

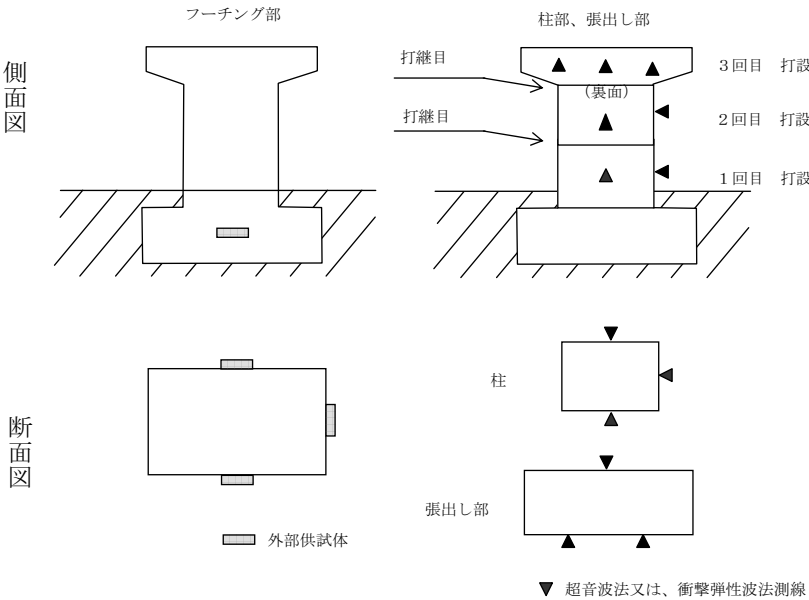


図 1 橋梁下部工の測定位置（例）

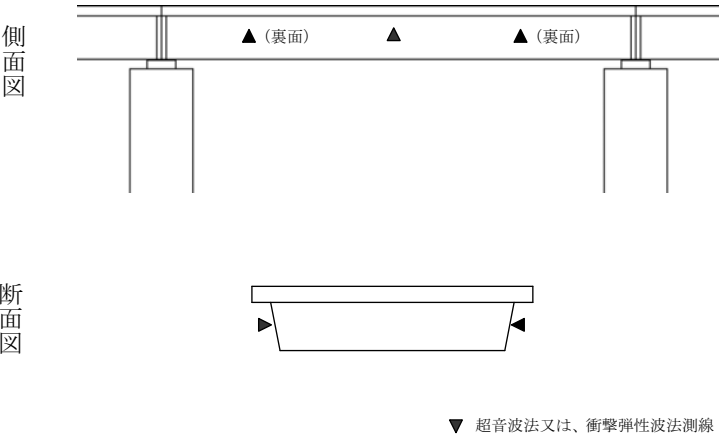


図 2 橋梁上部の測定位置（例）

4. 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、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。

5. 事前準備

測定を開始する前には、測定位置の設計図及び既存資料より、測定対象のコンクリート構造物の設計諸元（コンクリートに関する資料、構造物の形状、配筋状態など）を事前に確認する。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（4に示す測定者を含む）し監督職員へ提出するものとする。

また、超音波法及び衝撃弾性波法による試験については、圧縮強度推定において検量線（キャリブレーション）が必要であり、円柱供試体を作製し、強度と推定指標の定量的な関係を求める。

6. 判定基準

測定により得られたコンクリート構造物の強度の適否判定は、基本的に試験回数3回以上かつ、同一条件の場合できるだけ大きい判定ロットを構成（図3および表5を参照）し、表4に示す対象部位毎に表7及び図4により行う。

表 7 試験回数と判定基準

試験回数	判定基準
3 回 の 場 合	強度平均値≧設計基準強度（SL）
2 回※及び 4 回以上 の 場 合	強度平均値≧下限値（XL）

※ 現場条件により、やむを得ず試験回数が3回に満たない場合（1ロットまたは2ロットのみの場合、図3の張出し部参照）

下限値 XL は、以下のとおり算定する。

下限値： $XL=m' - T_{\alpha} \cdot \sigma / \sqrt{n} = 1.11SL - 0.21SL / \sqrt{n}$
ただし、SL:設計基準強度 n: 試験回数である。

上記算定式は、以下の条件により求めている。

平均値： $m' = 1.11 \times SL$ （設計基準強度） （変動係数 10%、割り増し係数 1.21 を前提）

標準偏差： $\sigma / \sqrt{n} = 0.121 \times SL$ （設計基準強度） / $\sqrt{\text{試験回数}}$

生産者危険率 α の場合の正規偏差： $T_{\alpha} = \sqrt{3}$

平均値： m' 、標準偏差： $\sigma / \sqrt{n}$ 、 T_{α} ：生産者危険率 α の場合の正規偏差。

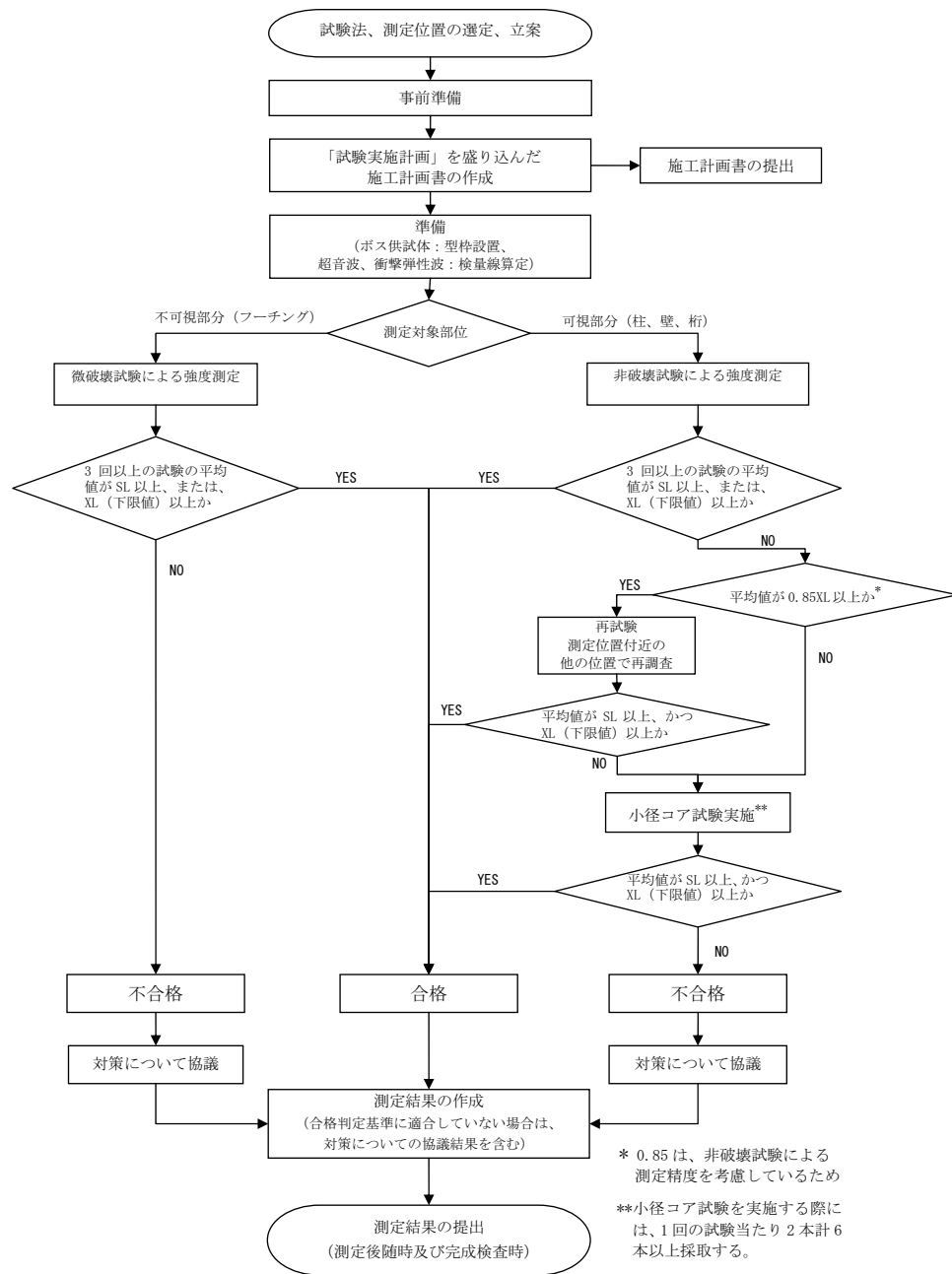


図 4 微破壊・非破壊試験の流れ

7. 報告

請負者は、本測定の実施に関する資料を整備、保管し、監督職員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。

また、測定結果については、表 8 に示す内容を網羅した測定結果報告書を作成し、完成検査時等に提出、報告を行うこと。

表 8 報告書に記載すべき事項

No.	記載すべき事項
1	構造物名称
2	測定年月日
3	測定位置の概要（測定位置図）
4	測定者名*
5	使用コンクリート
6	測定結果
7	判定結果

※外部供試体において、講習会受講者より指導を受けた者が測定した場合、指導を受けた「証明書」保有者の氏名を併記するとともに、指導者の「証明書」のコピーを添付する。

8. 検査の実施

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。また、非破壊試験については、測定結果報告書の確認に加え、任意の位置を選定（1箇所以上）し、本要領に基づく非破壊試験を実施することにより、コンクリート構造物の強度の適否を判断する。監督職員は足場等が必要となる位置の測定を実施する場合は、あらかじめ、足場等の確保を指示しておくものとする。

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。（現地における任意位置での測定については、完成検査時に実施するものとする。）

非破壊試験による
鋼製防護柵の根入れ長測定要領(案)

平成 22 年 3 月

国土交通省大臣官房技術調査課

目 次

1. 適用範囲	1
2. 測定箇所及び名称等	1
3. 測定機器	1
4. 測定者	2
5. 判定基準	2
6. 請負者による施工管理	2
7. 監督職員による確認	2
8. 検査職員による検査	3
9. 測定結果報告書	3
10. 根入れ長の測定の流れ	3
11. 試行に当たっての注意事項	3

1. 適用範囲

本要領は、土中埋め込み式^{※1}の鋼製防護柵における支柱^{※2}の根入れ長について、測定機器を用いた非破壊試験により測定する場合に適用する。

※1 本要領が対象とする土中埋め込み式は、図1の支柱を土中に埋め込む方式であり、図2の支柱をコンクリートに埋め込む方式（根巻き）は対象外である。

※2 本要領が対象とする支柱は、曲り部のない直管とする。



図1 支柱を土中に埋め込む方式 図2 支柱をコンクリートに埋め込む方式

2. 測定箇所及び名称等

測定箇所及び名称等は下記のとおりである。

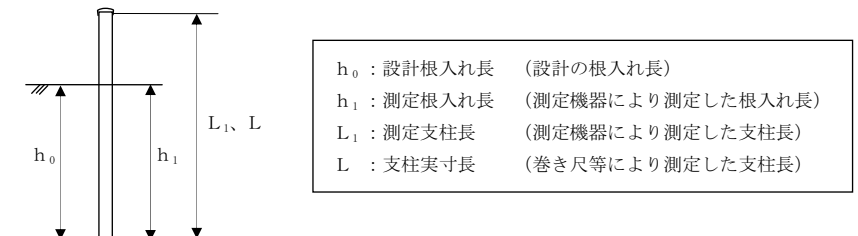


図3 測定箇所及び名称等

3. 測定機器

(1) 測定機器の性能基準

使用する測定機器の特性に応じ、測定に悪影響を及ぼさない環境下（支柱埋め込み前の地上部における測定など）において、測定機器が下記の性能基準を満たすものとする。

性能基準

支柱長2,600mm以下の鋼製防護柵において、測定支柱長(L_1)と支柱実寸長(L)との差(測定誤差)が±30mmの範囲であること。

$$-30\text{mm} \leq \{ \text{測定支柱長} (L_1) - \text{支柱実寸長} (L) \} \leq +30\text{mm}$$

（２）監督職員による測定機器の性能確認

請負者は、監督職員の立会いの下、巻き尺等により支柱長（ L ：支柱実寸長）を測定し、また使用する測定機器により支柱長（ L_1 ：測定支柱長）を測定する。

監督職員は、この測定結果から、前頁（１）に基づき測定機器の性能を確認する。

なお、測定機器の性能確認を実施する支柱は、鋼製防護柵の種別毎に１本以上とする。

4. 測定者

測定者は、測定機器の操作方法及びその評価法について十分な知識を有する者とする。

なお、資格等（講習会の受講等も含む）を有する必要がある測定機器を使用する場合は、当該資格等を有する者とする。

5. 判定基準

根入れ長の判定基準は、下記のとおりである。

判定基準

測定根入れ長（ h_1 ）と設計根入れ長（ h_0 ）との差（測定誤差）が下記の範囲であること。

$$-100\text{mm} \leq \{ \text{測定根入れ長} (h_1) - \text{設計根入れ長} (h_0) \} \leq +100\text{mm}$$

6. 請負者による施工管理

請負者は、非破壊試験の実施計画（測定機器の選定、測定原理・手順等）を検討し、これを盛り込んだ施工計画書を作成し、監督職員へ提出する。請負者は、監督職員が指示した支柱（種別毎に支柱総数の１０％以上の支柱）に対して、測定機器による非破壊試験を実施する。

請負者は、非破壊試験の実施後、測定結果をとりまとめた測定結果報告書（「９．測定結果報告書」参照）を速やかに作成し、監督職員へ提出する。

7. 監督職員による確認

監督職員は、請負者が実施する非破壊試験に対し、１工事につき１回以上立会うとともに、測定結果報告書により、支柱の根入れ長の適否を「５．判定基準」に基づき確認する。

8. 検査職員による検査

検査職員は、検査（既済部分検査、中間技術検査、完成検査）時に測定結果報告書により、適正な支柱の根入れ長の確保を確認する。

9. 測定結果報告書

測定結果報告書は、表１に示す内容を網羅して作成する。作成にあたっては、別添「測定結果報告書作成要領(案)」を参考にする。

表１ 報告の内容

種別	報告事項	添付資料
測定 方法 等	工事件名	
	工事場所	
	鋼製防護柵の種別・測定箇所(支柱番号)	測定位置図
	測定機器(名称、製造会社、連絡先、校正記録)	
	測定原理・手順	
性能 確認	確認(測定)日 監督職員(確認者)、測定者 測定箇所(支柱番号) 測定結果（ L_1 、 L 及びその差分）	①支柱長測定結果一覧表 ②測定データ
	測定日 監督職員(確認者)、測定者 測定箇所(支柱番号) 測定結果（ h_1 、 h_0 及びその差分）	①根入れ長測定結果一覧表 ②測定データ

10. 根入れ長の測定の流れ

非破壊試験による根入れ長の測定の流れは、図４のとおりである。

なお、参考として、根入れ長の判定基準に適合しない場合の対策の流れを図５に示す。

11. 支柱埋め込み及び測定時の注意事項

（１）支柱に損傷等を与えないために

支柱先端部等の損傷又は変形は、非破壊試験を用いた根入れ長測定においてその測定に悪影響を及ぼすことが懸念される。このため、支柱先端部等に損傷、変形を与えることが想定される舗装部については、必ずコア抜き等によりそれを取り除いてから支柱の埋め込みを行うこと。

また、玉石等の存在により支柱先端部等に損傷、変形が想定される場合は、監督職員と協議すること。

（２）接触媒質の適正使用

超音波を用いて測定する際に使用する接触媒質[※]については、気温等現場状況に応じて適切に選択し使用すること。

※ 超音波探触子で発生した超音波を支柱に効率よく伝達させるために用いるゼリー状の物質

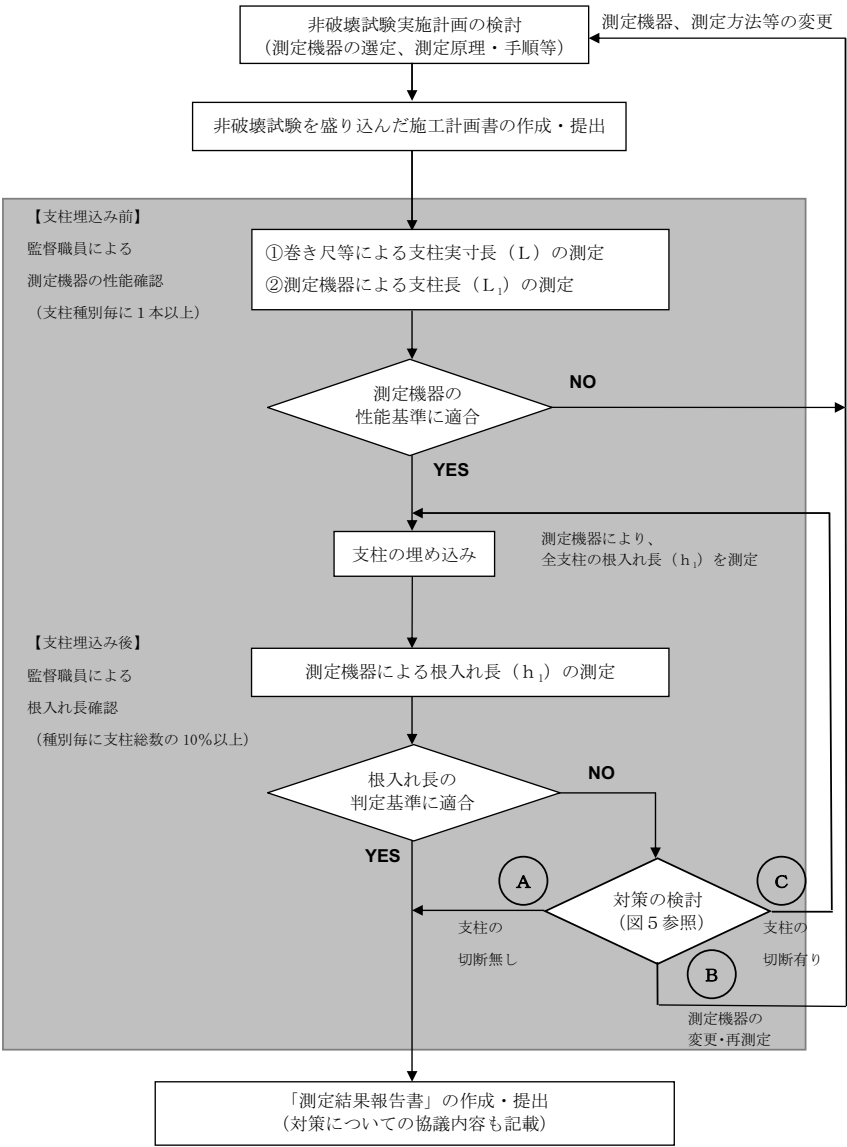


図4 根入れ長の測定の流れ

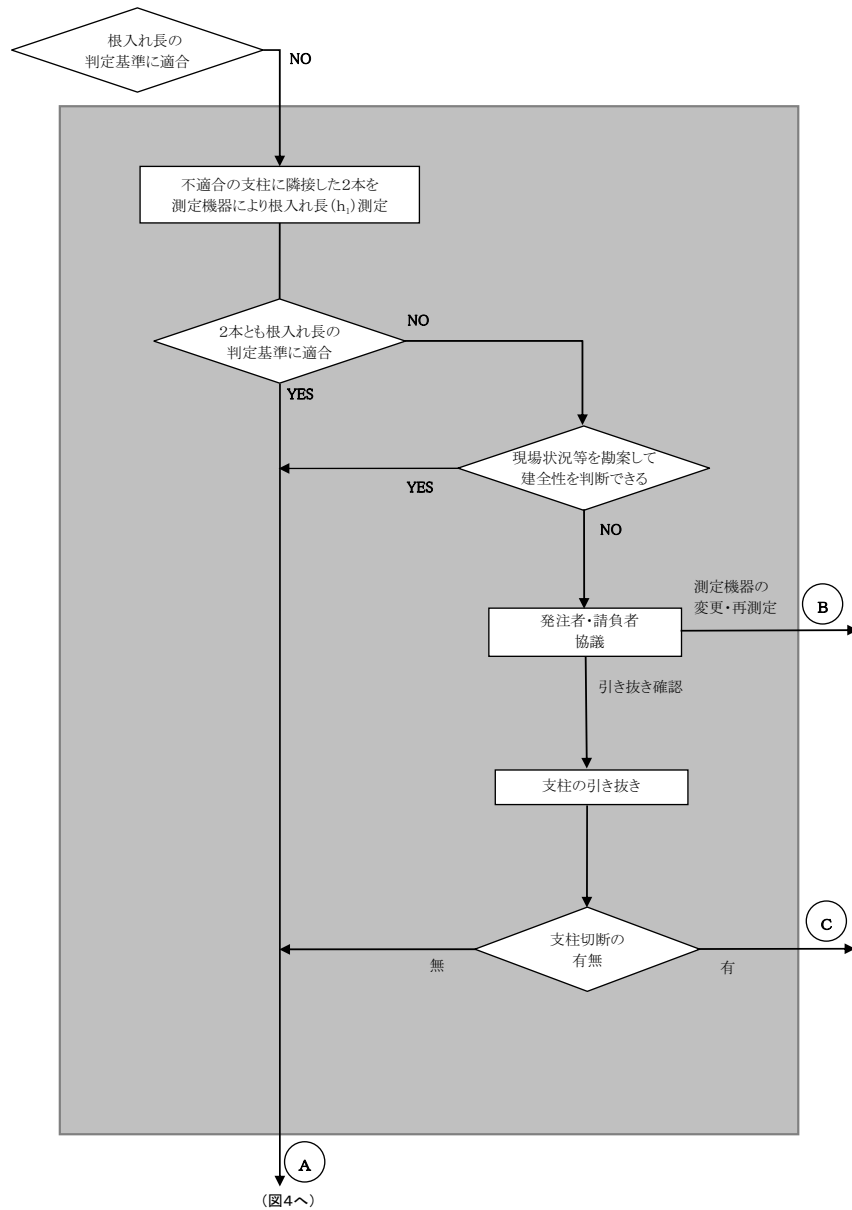


図5 根入れ長の判定基準に適合しない場合の対策の流れ（参考）

測定結果報告書作成要領（案）

（非破壊試験による鋼製防護柵の根入れ長測定）

平成 22 年 3 月

国土交通省大臣官房技術調査課

本要領は、「非破壊試験による鋼製防護柵の根入れ長測定要領（案）－平成 22 年 3 月－」の「6. 請負者による施工管理」で定めている「測定結果報告書」の作成方法、留意すべき事項等を示したものである。

目 次

1. 工事件名	1
2. 工事場所	1
3. 鋼製防護柵	1
4. 測定機器	1
5. 測定原理・手順	2
6. 測定機器の性能確認	3
7. 根入れ長確認	4

1. 工事件名

当該工事の工事件名を記載する。

(例)

〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇工事

2. 工事場所

当該工事の工事場所を記載する。

(例)

東京都港区〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇地先

3. 鋼製防護柵

本工事で設置する全ての鋼製防護柵の種別（仕様記号、塗装品・メッキ品）、延長、本数を記載する。

また、測定位置図（測定した支柱が特定できるよう、測定した支柱に番号を付けた図面）を作成し、添付する。

(例)

G r - C - 2 E 〇〇m、 3 本 （塗装品）
G r - C - 4 E 〇〇m、 4 0 本 （塗装品）
G r - C - 4 E 2 〇〇m、 1 0 本 （塗装品）
G r - C - 4 E 〇〇m、 5 本 （メッキ品）

4. 測定機器

測定機器の名称、製造会社、連絡先、校正記録を記載する。

(例)

機器名称 〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇
製造会社 (株) 〇〇〇〇〇〇〇
連絡先 〇〇県〇〇市〇〇〇〇 〇-〇-〇
 〇〇-〇〇〇-〇〇〇〇
校正記録 平成〇年〇月〇日 〇〇〇〇〇〇〇〇〇
 平成〇年〇月〇日 〇〇〇〇〇〇〇〇〇

5. 測定原理・手順

測定原理の概要を記載する。

測定手順については、「測定機器の性能確認」と「根入れ長確認」に分けて記載する。

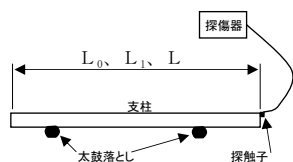
(1) 測定原理

(2) 測定手順

【測定機器の性能確認】

図と説明文により、測定手順を簡潔に記載する。

(例)



L_0 : 設計支柱長 (設計の支柱長)
 L_1 : 測定支柱長 (測定機器により測定した支柱長)
 L : 支柱実寸長 (巻き尺により測定した支柱長)

《測定手順》

- ①設計支柱長（ L_0 ）を確認
 - ②巻き尺により、支柱長（ L ：支柱実寸長）を測定
 - ③測定機器により、支柱長（ L_1 ：測定支柱長）を測定
 - ④測定支柱長（ L_1 ）と支柱実寸長（ L ）との差（ $L_1 - L$ ）により、測定機器の性能確認
- 性能基準 $-30\text{ mm} \leq (L_1 - L) \leq +30\text{ mm}$

【根入れ長確認】

「測定機器の性能確認」と同様、図と説明文により、簡潔に記載する。

検査時の書類審査において、検査職員がこれを読んで理解できるよう、どの箇所を何により、どんな手順で鋼製防護柵の根入れ長を測定したのか記載する。

6. 測定機器の性能確認

確認（測定）日、監督職員（確認者）、測定者、確認内容（測定結果）を記載する。

また、測定要領(案)では、鋼製防護柵の種別毎に「測定機器の性能確認」を実施することとしているが、鋼製防護柵の種別については、下記の取り扱いとするので、これに基づき測定機器の性能確認の対象支柱を設定すること。

- ① 支柱の長さ、材質・形状、根入れ長が同じであれば、設置スパンやブラケット（間隔材）等が異なっても同じ種別の鋼製防護柵とする。
- ② 塗装品とメッキ品は、違う種別の鋼製防護柵とする。

(例) G r - C - 2 E (塗装品) 3本

G r - C - 4 E (塗装品) 40本

Gr-C-4E2 (塗装品) 10本

Gr-C-4E (メッキ品) 5本

上記においては、Gr-C-4E（塗装品）及びGr-C-4E（メッキ品）が測定機器の性能確認の対象支柱となる。

(1)確認(測定)日

(例)

平成〇〇年〇〇月〇〇日

(2) 監督職員（確認者）

(例)

所属 ○○○○事務所 ○○○○○○

氏名 ○○○○

(3) 測定者

(例)

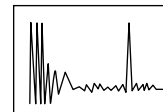
所属 (株) ○○○○○ ○○○○○

氏名 ○○○○

(4) 確認内容 (測定結果)

様式-1により、「支柱長測定結果一覧表」を作成（Microsoft Excel）し、添付する。

また、測定データ（波形）も整理して、添付する。



(例)

確認内容（測定結果）は、「支柱長測定結果一覧表」のとおり。

様式-1

7. 根入れ長確認

測定日、監督職員（確認者）、測定者、確認内容（測定結果）を記載する。

(1) 測定日

(例)

平成〇〇年〇〇月〇〇日

平成〇〇年〇〇月〇〇日

(2) 監督職員（確認者）

(例)

所属 〇〇〇〇事務所 〇〇〇〇〇〇

氏名 〇〇〇〇

(3) 測定者

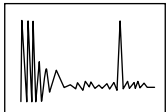
(例)

所属 (株)〇〇〇〇〇 〇〇〇〇〇〇

氏名 〇〇〇〇

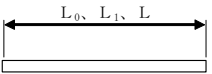
(4) 確認内容（測定結果）

様式-1により、「根入れ長測定結果一覧表」を作成（Microsoft Excel）し、添付する。
また、測定データ（波形）も整理して、添付する。



(例)

確認内容（測定結果）は、「根入れ長測定結果一覧表」のとおり。



L_0 : 設計支柱長（設計の支柱長）
 L_1 : 測定支柱長（測定機器により測定した支柱長）
 L : 支柱実寸長（巻き尺等により測定した支柱長）

《測定機器の性能基準》
 $-30\text{ mm} \leq (L_1 - L) \leq +30\text{ mm}$

支柱長測定結果一覧表

測定日 平成21年12月1日

(単位: mm)

種別	設計支柱長 L_0	測定支柱長 L_1	支柱実寸長 L	$L_1 - L$ $\pm 30\text{ mm}$ でOK	備考
Gr-C-4E 塗装	2,100	2,095	2,105	-10	
Gr-B-4E //	2,200	2,205	2,190	15	
Gr-C-4E メッキ	2,100	2,095	2,095	0	

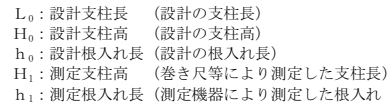
測定値を入力

設計値を入力

入力不要（自動計算）

鋼製防護柵の仕様記号及び塗装品・メッキ品の別を記載

測定機器の性能確認時の
状況写真を添付（1枚）



《根入れ長の判定基準》
 $-100\text{mm} \leq (h_1 - h_0) \leq +100\text{mm}$

根入れ長測定結果一覧表

測定日	平成21年12月23日	支柱番号 1～10
	平成21年12月24日	支柱番号11～25

單位：mm)

[illegible]

※根入れ長確認時の状況写真は不要

・支柱の根入れ部(舗装から支柱の根入れ長部先端まで)の土層構成を記入して下さい。

断面

断面①		備考	
土層構成			
舗装(表層+中間層+基層)	15	舗装(表層+中間層+基層)	15
路盤(上層+下層)	40	路盤(上層+下層)	40
路床(地山)	95	路床(地山)	95
上記の合計	150	上記の合計	150
■支柱根入れ部の周辺状況 占用物件等なし		■支柱根入れ部の周辺状況 占用物件等なし	

断面①



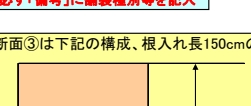
断面②は下記の構成、根入れ長150cmの場合



・砂はインターロッキング層に含めて下さい

断面②		備考	
土層構成			
舗装(表層+中間層+基層)	13	舗装(表層+中間層+基層)	13
路盤(上層+下層)	10	路盤(上層+下層)	10
路床(地山)	127	路床(地山)	127
上記の合計	150	上記の合計	150
■支柱根入れ部の周辺状況 占用物件等なし		■支柱根入れ部の周辺状況 占用物件等なし	

断面②



・砂はインターロッキング層に含めて下さい

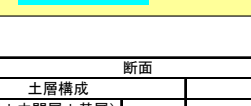
断面③は下記の構成、根入れ長150cmの場合



・客土は路床扱いとします。

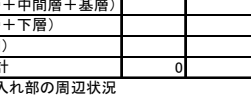
断面③		備考	
土層構成			
舗装(表層+中間層+基層)		舗装(表層+中間層+基層)	
路盤(上層+下層)		路盤(上層+下層)	
路床(地山)	150	路床(地山)	150
上記の合計	150	上記の合計	150
■支柱根入れ部の周辺状況 深度約1.2mのところ下水道管あり、下水道管と支柱の離れは約30cm		■支柱根入れ部の周辺状況 深度約1.2mのところ下水道管あり、下水道管と支柱の離れは約30cm	

断面③



・客土は路床扱いとします。

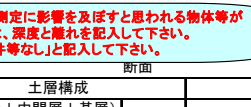
断面④は下記の構成、根入れ長150cmの場合



・客土は路床扱いとします。

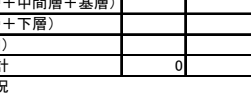
断面④		備考	
土層構成			
舗装(表層+中間層+基層)		舗装(表層+中間層+基層)	
路盤(上層+下層)		路盤(上層+下層)	
路床(地山)		路床(地山)	
上記の合計	0	上記の合計	0
■支柱根入れ部の周辺状況		■支柱根入れ部の周辺状況	

断面④



・客土は路床扱いとします。

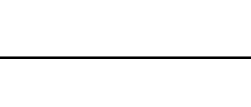
断面⑤は下記の構成、根入れ長150cmの場合



・客土は路床扱いとします。

断面⑤		備考	
土層構成			
舗装(表層+中間層+基層)		舗装(表層+中間層+基層)	
路盤(上層+下層)		路盤(上層+下層)	
路床(地山)		路床(地山)	
上記の合計	0	上記の合計	0
■支柱根入れ部の周辺状況		■支柱根入れ部の周辺状況	

断面⑤



・客土は路床扱いとします。

断面⑥は下記の構成、根入れ長150cmの場合



・客土は路床扱いとします。

断面⑥		備考	
土層構成			
舗装(表層+中間層+基層)		舗装(表層+中間層+基層)	
路盤(上層+下層)		路盤(上層+下層)	
路床(地山)		路床(地山)	
上記の合計	0	上記の合計	0
■支柱根入れ部の周辺状況		■支柱根入れ部の周辺状況	

断面⑥



・客土は路床扱いとします。

断面⑦は下記の構成、根入れ長150cmの場合



・客土は路床扱いとします。

断面⑦		備考	
土層構成			
舗装(表層+中間層+基層)		舗装(表層+中間層+基層)	
路盤(上層+下層)		路盤(上層+下層)	
路床(地山)		路床(地山)	
上記の合計	0	上記の合計	0
■支柱根入れ部の周辺状況		■支柱根入れ部の周辺状況	

断面⑦

・客土は路床扱いとします。

断面⑧は下記の構成、根入れ長150cmの場合

・客土は路床扱いとします。

断面⑧		備考	
土層構成			
舗装(表層+中間層+基層)		舗装(表層+中間層+基層)	
路盤(上層+下層)		路盤(上層+下層)	
路床(地山)		路床(地山)	
上記の合計	0	上記の合計	0
■支柱根入れ部の周辺状況		■支柱根入れ部の周辺状況	