

JASS5 2018

T-608

鉄筋かぶり厚さ調査 に関して、
書籍の対応事項の本文を抜き取り、
調査方法を解説します。

建築工事標準仕様書・同解説
JASS 5
鉄筋コンクリート工事
2018

Japanese
Architectural
Standard
Specification
日本建築学会

※本かぶり厚さの調査方法は、新設構造物に対応した方法であり、既設構造物には適していません。

中心部に偏って配置されていないことを確かめ、鉄筋が部材断面の中心部に偏って配置されているおそれのある場合は、構造性能を検証し、必要な措置を講ずる。

11.10 構造体コンクリートのかぶり厚さの検査

- a. せき板または支柱取外し後、構造体コンクリートのかぶり厚さ不足の兆候を目視によって検査し、かぶり厚さ不足が懸念される場合は、かぶり厚さの非破壊検査を行う。非破壊検査が不合格の場合は、破壊検査によって確認する。
- b. 非破壊検査の方法、合否判定基準、破壊検査による確認方法および不合格時の措置は、c.~i.による。
- c. 非破壊検査は、JASS 5 T-608（電磁誘導法によるコンクリート中の鉄筋位置の測定方法）または同等の精度で検査が行える方法によって行う。
- d. 検査箇所は、同一打込み日、同一打込み工区の柱、梁、壁、床または屋根スラブから、設計図および施工図を基にかぶり厚さ不足が懸念される部材をおのおの10%選択し、測定可能な面においておのおの10本以上の鉄筋のかぶり厚さを測定する。なお、測定結果に疑義がある場合は、破壊検査⁽¹⁾によって確認する。

[注] (1) ドリルによる穿孔などの方法とする。

- e. 測定結果に対する合否判定基準は、表 11.8 による。

項目	判定基準
測定値と最小かぶり厚さとの関係	$x \geq C_{min} - 10 \text{ mm}$
最小かぶり厚さに対する不良率	$P(x < C_{min}) \leq 0.15$
測定結果の平均値の範囲	$C_{min} \leq \bar{X} \leq C_d + 20 \text{ mm}$

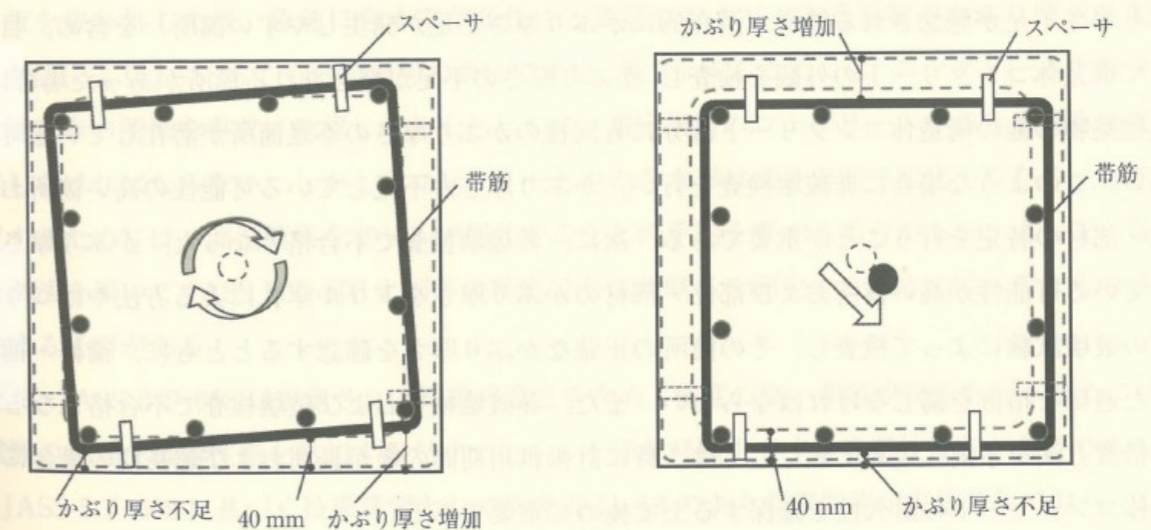
ただし、 x : 個々の測定値 (mm)
 \bar{X} : 測定値の平均値 (mm)
 C_{min} : 最小かぶり厚さ (mm)
 C_d : 設計かぶり厚さ (mm)
 $P(x < C_{min})$: 測定値が C_{min} を下回る確率

- 1. 測定結果の値が、設計最小かぶり厚さ-10mmの値以上であるか？
- 2. 測定結果の値が、設計最小かぶり厚さに満たない箇所数が15%以下であるか？
- 3. 測定結果の平均値が、設計最小かぶり厚さ以上であり、かつ設計かぶり厚さ+20mm以下であるか？

- f. 測定値と最小かぶり厚さとの関係、または最小かぶり厚さに対する不良率が不合格となった場合、不合格になった部材と同一打込み日、同一打込み工区の同一種類の部材からさらに20%を選択してかぶり厚さを測定し、先に測定した結果と合わせて最小かぶり厚さに対する不良率を求め、不良率が15%以下であれば合格とし、建築基準法に規定されたかぶり厚さ未達の箇所を補修する。
- g. f.の検査で不良率が15%を超える場合は、同一種類の部材の全数検査を行い、不良率が15%以下であれば合格とし、建築基準法に規定されたかぶり厚さ未達の箇所を補修する。
- h. g.の検査で不良率が15%を超えた場合は、耐久性、耐火性および構造性能を検証し、必要な補修を行う。
- i. e.の検査で測定結果の平均値の範囲が不合格になった場合は、不合格となった部材の鉄筋が部材断面の

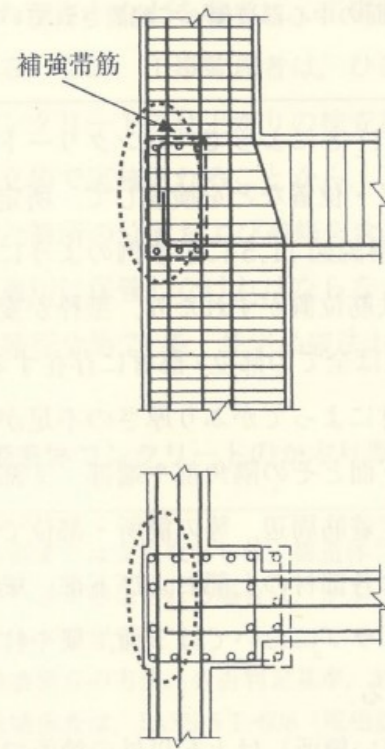
a. コンクリートのかぶり厚さについては、11.7および11.8によって、コンクリート打込み前の鉄筋や型枠の位置、鉄筋のサポートおよびスペーサの数量・位置などを検査して、所定のかぶり厚さが確保されるであろうことを確認している。しかし、解説図 11.5 に示す例のように、コンクリート打込み中に鉄筋のサポートおよびスペーサが外れて鉄筋位置がずれたり、型枠が変形したりして、所定のかぶり厚さが確保されない箇所が生じる可能性は全ての部位・部材に存在するものの、その可能性は全ての部位・部材で同じではなく、部位・部材によってかぶり厚さの不足が発生しやすい箇所およびその頻度が異なる。一般的には、①部材の下面とその隅角部や端部、②部材が交差する配筋密度が高い部位、③鉄筋の継手・接合箇所および定着筋周辺、等の箇所・部位でかぶり厚さ不足となる可能性が高く、柱部材および壁部材においては各部材の上部および下部、梁部材においては梁下面とその両側面ならびに両端部、床および屋根スラブにおいては下面、梁や柱などが交差する端部の定着筋周辺〔解説図 11.6〕、等がこれに相当する。

かぶり厚さの不足が懸念される箇所（不足する可能性の高い箇所）は上記以外の箇所でも考えられ、鉄筋が露出している箇所や、露出していなくてもかぶり厚さが極端に不足して、鉄筋の位置や形状が判別できるような箇所については、11.9に規定される仕上がり検査でかぶり厚さ不足の確認ならびにかぶり厚さ不足の懸念の判断ができる。また、水平鉄筋に沿った等間隔の沈みひび割れや、等間隔の筋模様などが確認された場合には、かぶり厚さが不足して鉄筋がコンクリート表面近くにある可能性が考えられる。さらに、柱や壁などの垂直部材では、コンクリート打込み後、立ち上が

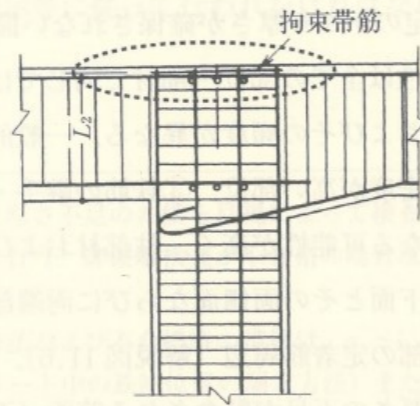


解説図 11.5a 柱の帯筋の回転によりかぶり厚さが不足する例

解説図 11.5b 柱の帯筋の芯ずれによりかぶり厚さが不足する例



解説図 11.6a かぶり厚さ不足が発生しやすい
柱・梁接合部 (一般階の例)



解説図 11.6b かぶり厚さ不足が発生しやすい
柱・梁接合部 (最上階の例)

っている鉄筋の位置を確認することによって、垂直部材における頭部のかぶり厚さ不足の可能性を判断することが可能である。

したがって、構造体コンクリートのかぶり厚さの検査はまず最初に、せき板を取り外した後に部材の下面やその隅角部、端部、複数の部材が交差する箇所、鉄筋の継手・接合や定着筋の周辺など、かぶり厚さ不足が懸念される箇所(潜在的にかぶり厚さ不足が発生しやすい箇所)を含め、目視によって構造体コンクリートの外観を検査し、かぶり厚さの不足が懸念される箇所があった場合には、当該建築物の他の構造体コンクリート部分にも同様なかぶり厚さの不足箇所が潜在している可能性が高い。このような場合に非破壊検査を行い、かぶり厚さが不足している可能性の高い箇所および部位・部材の特定を行うことが重要である。次に、非破壊検査で不合格となった、かぶり厚さが不足している可能性が高い箇所および部位・部材のかぶり厚さをドリル穿孔による方法やはつり試験などの破壊試験によって検査し、その箇所の正確なかぶり厚さを確認するとともに、補修・補強を含めた適切な措置を講じなければならない。また、非破壊検査および破壊検査で不合格となった場合の措置方法を事前に定めておくことは、特に計画供用期間の級が長期および超長期の場合には、構造体コンクリートの耐久性を確保する上で極めて重要である。

b. a. に基づいてかぶり厚さ不足が懸念される場合に行うかぶり厚さの確認検査方法としては、一般に破壊検査と非破壊検査の2種類がある。破壊検査には、ドリル穿孔による方法やはつりによる方法などがあるが、穿孔やはつった後の補修が不十分な場合にはその箇所の耐久性を低下させたり、穿孔によって鉄筋を痛めるおそれがある。また、破壊検査に要する時間や手間は非破壊検査に比べ非常に大きいので、最初に行うかぶり厚さの検査方法としては適当とはいえない。一方、非破

壊検査による方法としては電磁誘導やレーダを応用した方法、超音波による方法、X線による方法など数種類あり、破壊検査と比較すると短時間に多くの部位・部材を対象に検査が行えるため、建築物全体としての評価が可能である。

かぶり厚さの検査を行う場合には、あらかじめ実施する試験方法および合格の判定基準と不合格時の処置を定めておかなければならないが、これまでJISのように公認された測定方法の規定がなく、測定精度についても不十分と考えられる点があったため、2003年版まで検査方法および判定基準については、JASS 5では明記していなかった。2009年の改定では、11.10 c.~h. で各種検査方法と合格判定基準および不合格時の措置について明記し、構造体コンクリートのかぶり厚さの検査の標準化を図った。

c. b. の非破壊検査として、2009年の改定でJASS 5 T-608(電磁誘導法によるコンクリート中の鉄筋位置の測定方法)[付17参照]を規定し、同法に従って実施することとした。JASS 5 T-608は本会「鉄筋コンクリート造建築物の品質管理および維持管理のための試験方法」¹⁰⁾において試験方法案として提案されたCTM-13(電磁誘導法によるコンクリート中の鉄筋位置および鉄筋径の測定方法(案))を基に、測定精度の向上を目的としたかぶり厚さの補正方法ならびに測定装置の校正方法等を追記した試験方法規格である。その他、JASS 5 T-608と同等の精度で検査を行える方法であれば、それによって実施してもよい。「鉄筋コンクリート建築物の品質管理および維持管理のための試験方法」では、かぶり厚さの試験としてCTM-13とともにCTM-12(電磁波レーダ法によるコンクリート中の鉄筋位置の測定方法(案))を提案している。電磁波レーダ法の測定精度の変動要因は、測定箇所のコンクリートの比誘電率と測定装置の設定比誘電率との差が主である。一般的な硬化コンクリートの比誘電率は6~9程度であることが多いが、この数値はコンクリートの含水率に大きく影響され、含水率0~100%の状態では比誘電率は4~20程度に変化する。したがって、せき板を取り外した後、急速に含水率が変化する鉄筋コンクリート造建築物のかぶり厚さを電磁波レーダ法によりJASS 5 T-608と同等の精度で測定(検査)するためには、コンクリート中の含水率と比誘電率の関係を事前に確認しておくとともに、測定箇所のコンクリート中の含水率を精度良く測定しなければならない。しかし、コンクリート中の含水率は深さ方向で変化するため、含水率を測定するためには、測定箇所をドリルで削孔などの手間を要する場合がある。よって、電磁波レーダ法を用いてJASS 5 T-608と同等の精度でかぶり厚さを測定するためには、これらの課題を解決する必要がある。

なお、JASS 5 T-608に規定される電磁誘導法を含め、精度の高い非破壊検査を行うためには、当該試験の原理や機器性能を熟知するだけでなく、十分な経験を有する専門技術者が必要である。現在、JASS 5 T-608に基づく技術講習として解説表11.13のような講習等が実施されており、これらの受講・認定者など、一定の技量や経験を有する者が測定を行うことが望ましい。また、(公社)日本コンクリート工学会が認定するコンクリート診断士の有資格者は、かぶり厚さの調査および鉄筋コンクリート構造に関する知識や経験を有する者として考えられる。

ここは何の根拠もない虚偽内容が書かれている。著者と協会との忖度等があると考えられる。

コンクリート診断士の受講者を増やしたいのでしょう。

実際にコンクリート診断士の有資格者で鉄筋探査機器やかぶり厚さの調査知識及び経験、電磁誘導法に関して十分な知識と経験を有している人は、その20%にも満たないでしょう。少なからず私は1名も会ったことがない。

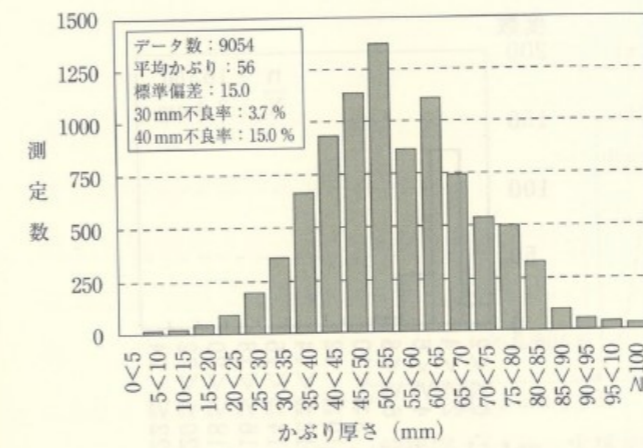
解説表 11.13 JASS 5 T-608に基づく技術講習の例

講習名	主催者
電磁誘導法による鉄筋探査測定実務講習会	(一財) 建材試験センター
コンクリート現場試験技能者認定制度 (電磁誘導法によるコンクリート中の鉄筋のかぶり厚さ測定方法)	(一財) 日本建築総合試験所
JASS 5 T-608講習会「配筋探査技術者資格 (建築)」	(一社) 非破壊検査工業会

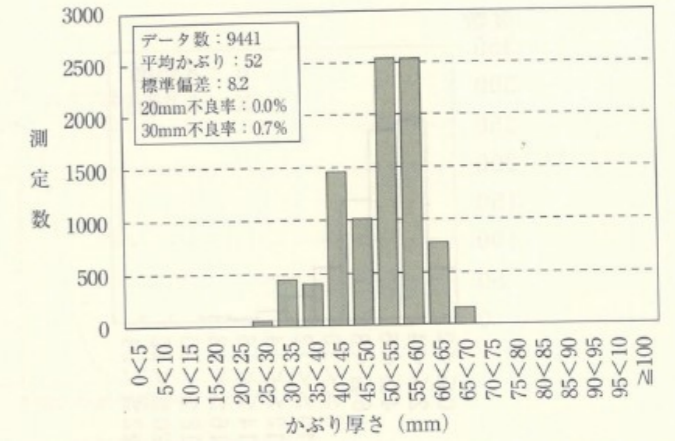
d. a. の目視による検査でかぶり厚さ不足が懸念される箇所が発見された場合には、設計図書および施工図などを参考にして、目視検査を行った箇所と同じ工区で、かつ同じ日にコンクリートが打ち込まれた柱、梁、壁、床 (または屋根スラブ) の部材ごとに、目視検査でかぶり厚さ不足が懸念された箇所を含めおのおの 10% に相当する部材を選択する。かぶり厚さの不足が発生しやすい箇所は各部材によって異なるため、梁においては両側面および下面、壁においては両面、床または屋根スラブにおいては下面、柱においては測定可能な 2~4 面および柱と梁の接合部分 (解説図 11.6 を参照) を選択し、各面 10 本以上の鉄筋についてかぶり厚さを測定する。検査の対象となる部位・部材の選択にあたっては、部材の種類が同じであっても設計かぶり厚さが異なる場合や配筋状態が大きく異なる場合、その他、大梁と小梁など構造設計上異なる部材などについては、別の部材種類として取り扱い、工事監理者の立会いの下に実施するのがよい。

なお、非破壊検査の結果に疑義がある場合には、破壊検査 (ドリルによる穿孔など、かぶり部分の損傷ができるだけ小さくなる方法) によって正確なかぶり厚さを測定し、非破壊検査のキャリブレーションを行い、非破壊検査の結果を再度確認する。

e. 2003 年版の JASS 5 (参考文献^{11), 12)} では、良好な施工を行った鉄筋コンクリート造構造物のかぶり厚さは、平均値を中心にほぼ正規分布し、標準偏差は 10~20 mm の範囲 (平均は約 14 mm) にあることが記されている。しかし、この参考文献の調査対象となった建築物は現在では古く、その標準偏差は約 20 mm から 90 mm の全てのかぶり厚さ測定結果を含めたものである。一方、最近の建築物を対象に、部位・部材別や目標とする設計かぶり厚さ別に整理した場合には、この数値は必ずしも構造体コンクリートのかぶり厚さの実情を表しているとは言いがたい。解説図 11.7 および解説図 11.8 に示す柱帯筋およびスラブ下端筋のかぶり厚さの分布は、近年建設された 18 棟の集合住宅の柱およびスラブ部分の非破壊試験によるかぶり厚さをプロットしたものであり、もともと設計かぶり厚さの異なる部分の測定結果を合計したものである。そのため、これらの分布は 2003 年版に記載された傾向と類似しており、平均値を中心にほぼ正規分布し、柱帯筋のかぶり厚さの標準偏差は約 15 mm である。

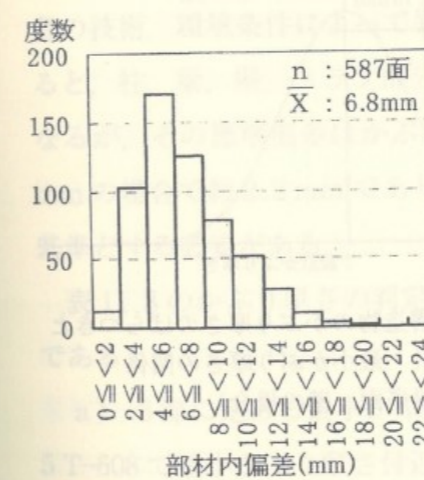


解説図 11.7 柱帯筋のかぶり厚さの分布¹²⁾
(測定箇所全体)

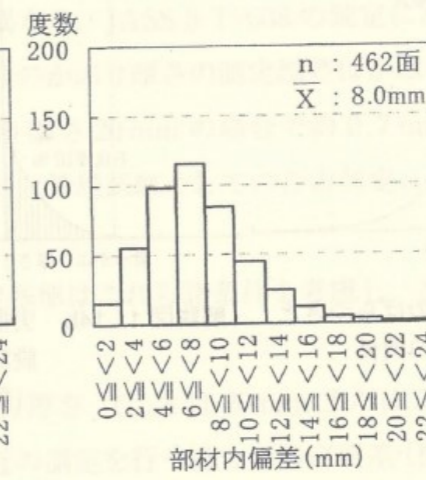


解説図 11.8 スラブ下筋のかぶり厚さの分布¹³⁾
(測定箇所全体)

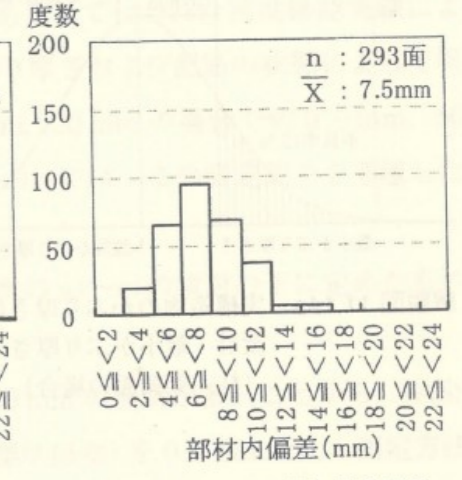
しかし、この結果には、施工段階での打増しなどの影響が含まれることから、施工誤差を表す指標として部材内の標準偏差を想定し、この分布を部材種類別に分類して整理した場合の標準偏差は解説図 11.9~11.13 に示すように部材によって違いがあるが、その平均値はスラブで 3.4 mm、それ以外の部材でも 5~8 mm 程度である。よって、3 節に定める設計かぶり厚さ、最小かぶり厚さおよび実構造物のかぶり厚さの標準偏差との関係を部材種類別、設計かぶり厚さ別に見た場合、おおよそ解説図 11.14 に示す形となり、梁底面、壁部分でかぶり厚さの不足する割合 (不良率) はほぼ 5~10%、スラブ部分では 1% 未満で、柱、梁側面部分でのみ 15% 程度と高くなる可能性がある。



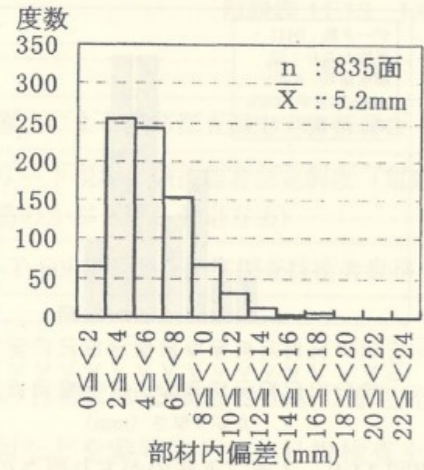
解説図 11.9 部材内標準偏差の分布 (柱)¹³⁾



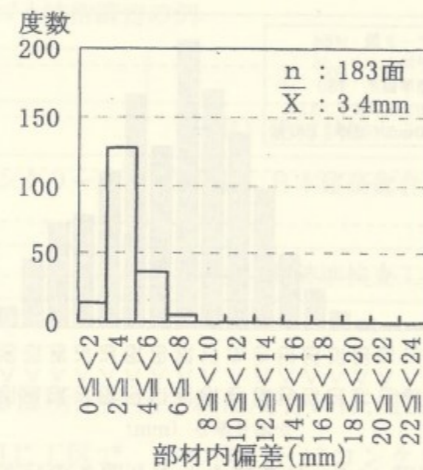
解説図 11.10 部材内標準偏差の分布 (梁側面)¹³⁾



解説図 11.11 部材内標準偏差の分布 (梁底面)¹³⁾

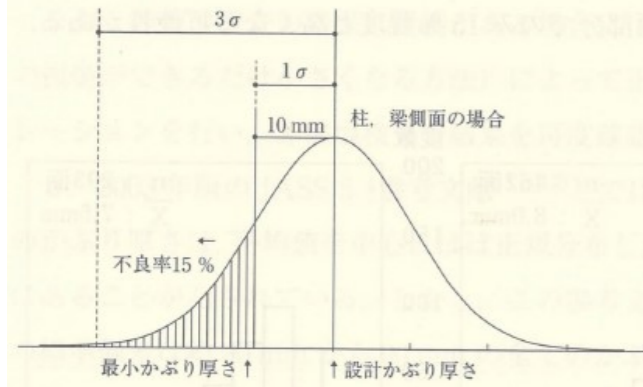


解説図 11.12 部材内標準偏差の分布 (壁)¹³⁾

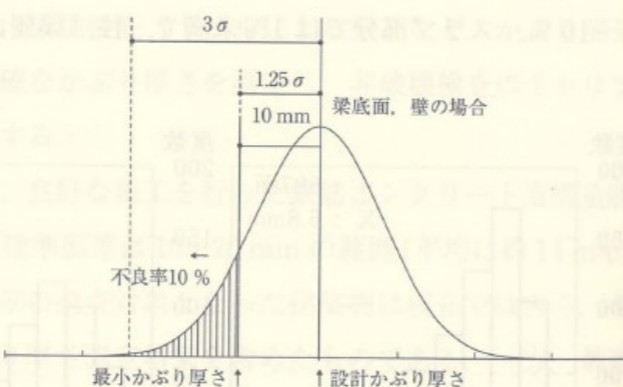


解説図 11.13 部材内標準偏差の分布 (スラブ)¹³⁾

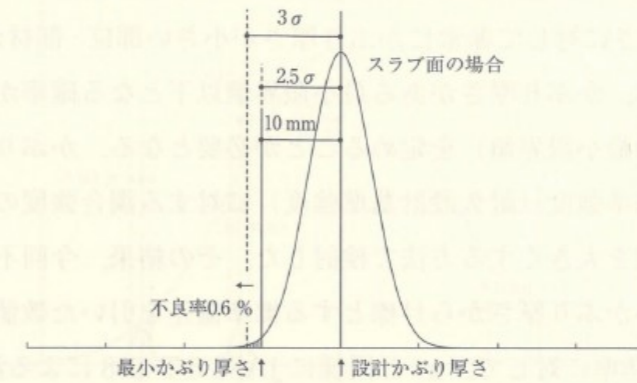
これらより、本項で構造体コンクリートのかぶり厚さの検査を行うにあたっては、鉄筋コンクリート造建築物における所要の耐火性・耐久性および構造耐力の確保を目的に、現状の施工精度・技術とそれらのさらなる向上を図るため、当面の目標として、鉄筋コンクリート造建築物のかぶり厚さの“目標とする標準偏差”を 10 mm とした。



解説図 11.14a 実構造物のかぶり厚さのばらつきと設計・最小かぶり厚さの関係 (柱、梁側面の場合)



解説図 11.14b 実構造物のかぶり厚さのばらつきと設計・最小かぶり厚さの関係 (梁底面、壁の場合)



解説図 11.14c 実構造物のかぶり厚さのばらつきと設計・最小かぶり厚さの関係 (スラブ面の場合)

この値は、設計かぶり厚さを規定する際に定められた最小かぶり厚さに対する施工誤差とはほぼ同等となり、最小かぶり厚さを下回る確率 (不良率) は約 15 % となる。さらに、その目標を達成するためのかぶり厚さの管理方法として、次の①、②を定めた。

- ① かぶり厚さの最小限界値を定め、いかなる場合においてもこの値を下回らないようにする。
- ② 主筋位置のずれや偏心ならびに帯筋・あばら筋の加工誤差などによって主筋が部材中心部や片側に偏る量を一定限度内に納める。

一方、JASS 5 T-608 に規定される電磁誘導法や CTM-12¹⁰⁾ を含め、コンクリート中の鉄筋位置や鉄筋径を推定する既存の非破壊試験方法には一定の測定誤差が生じ、その誤差は試験方法や測定者の技術、環境条件によって異なる。JASS 5 T-608 の制定にあたって行われた精度確認実験によると、柱、梁、壁、スラブ部分のかぶり厚さの測定誤差はかぶり厚さおよび配筋の状態によって異なるが、その標準偏差はかぶり厚さ 20 mm の場合で約 0.7 mm、30 mm の場合で約 0.9 mm、50 mm の場合で約 2.2 mm であり、管理試験としての合否判定においては、この測定誤差を考慮した基準とする必要がある。

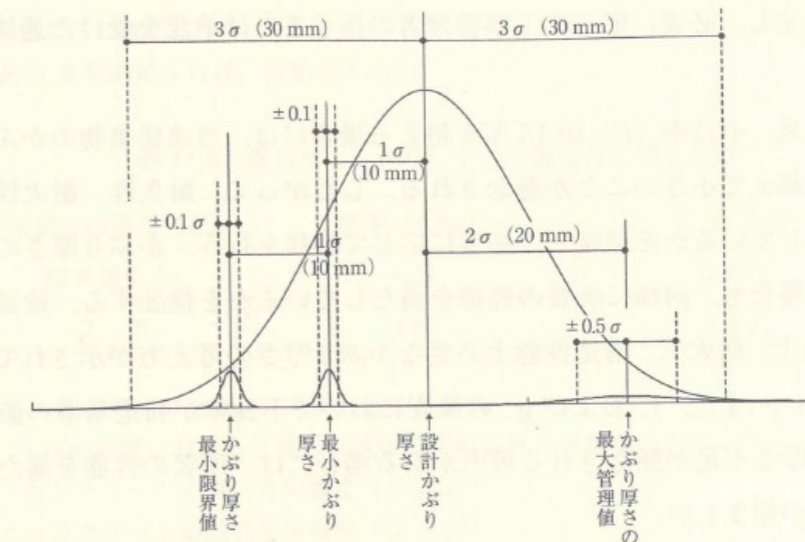
表 11.8 のかぶり厚さの判定基準はこれら諸条件を考慮し、次の a)~c) の検討の下に定めたものである。

a) 3 節に定める最小かぶり厚さ (C_{min}) は 20 mm または 30 mm の箇所が多いことから、JASS 5 T-608 で最小かぶり厚さ付近の測定を行う場合の測定誤差 (標準偏差) を 0.9 mm とし、測定方法に起因するばらつきの割増し (正規偏差) を測定点数 (10 点) を考慮して $3/\sqrt{10} = 0.95$ とすると、実際のかぶり厚さが最小かぶり厚さ付近にある場合の JASS 5 T-608 による許容測定誤差は、 ± 0.9 mm (0.9×0.95) となる。この値は、目標とする標準偏差 (約 10 mm) (\equiv 設計かぶり厚さ (C_d)) を規定する際に定められた施工誤差) の約 0.1 倍で、解説図 11.15 に示すように最小かぶり厚さに対し $\pm 0.1\sigma$ 分の測定誤差を有する。正規偏差に換算すると 0.91 と 1.09 で、それぞれの不良率は約 18 % と約 14 % となり、ほぼ 15 % と見ることができ、よって、今回は最小かぶり厚さを下回る不良率の判定基準を、JASS 5 T-608 による測定誤差を含めて 15 % とした。

b) 上記 a) で、鉄筋コンクリート造建築物のかぶり厚さの目標とする標準偏差を 10 mm とし、

最小かぶり厚さに対する不良率を 15%以下としたが、ばらつきが大きい場合には、解説図 11.15 に示すように、最小かぶり厚さに対して非常にかぶり厚さが小さい部位・部材が発生する危険がある。この危険をなくすためには、かぶり厚さがある最小限界値以下となる確率がほとんど 0 となるように管理限界 (かぶり厚さの最小限界値) を定めることが必要となる。かぶり厚さの最小限界値を定めるにあたっては、設計基準強度 (耐久設計基準強度) に対する調合強度の決め方と同様に、不良率を小さくし、最小限界値を大きくする方法で検討した。その結果、今回不良率を 2%とし、かぶり厚さの最小限界値を最小かぶり厚さから目標とする標準偏差を引いた数値 ($C_{min} - \sigma = C_{min} - 10$ mm) とした。なお、この基準に対して、a)と同様に JASS 5 T-608 による測定誤差を検討すると、不良率は 2.8%および 1.8%となり、JASS 5 T-608 による測定誤差を含めても不良率は、ほぼ 2%と見ることができる。よって、今回はかぶり厚さの最小限界値を JASS 5 T-608 による測定誤差を含めて $C_{min} - 10$ mm とし、この数値を判定基準とした。

c) 鉄筋コンクリート造建築物のかぶり厚さが設計かぶり厚さの値を大幅に上回る場合、例えば、柱・梁などの部材では鉄筋が部材断面の中心部に偏って配置されていることが多く、部材の剛性が低下し建築物の構造耐力に支障をきたす可能性がある。また、壁・スラブなどの部材では片側のかぶり厚さが極端に小さくなり、所要の耐火性や耐久性が得られない可能性がある。このような問題が発生している可能性の有無を推量し、問題の発生を防止するためには、かぶり厚さの平均値が、設計かぶり厚さ (C_d) に鉄筋コンクリート造建築物のかぶり厚さのばらつきを考慮した割増しを加えたかぶり厚さ (かぶり厚さの最大管理値) 以上となる確率 (不良率) をある値以下とする必要がある。今回は、上記の目標とする標準偏差 ($\sigma = 10$ mm) を基準に不良率を 2%とし、かぶり厚さの最大管理値は、設計かぶり厚さ (C_d) に目標とする標準偏差 ($\sigma = 10$ mm) の 2 倍を加えた数値 ($C_d + 20$ mm) とした。一方、JASS 5 T-608 による測定誤差はかぶり厚さにほぼ比例するため、かぶり厚さの最大管理値に相当する 60~80 mm 近辺の測定誤差は、約 5 mm と推定される。a)、b)と同様に JASS 5 T-608 によるこの測定誤差を考慮した場合、解説図 11.13 に示すようにかぶり厚さの最大管理値に対し $\pm 0.5\sigma$ 分の測定誤差を有し、不良率は過小評価側で 7%となるが、過大評価側では 1%となり、測定誤差を考慮しない時の不良率 (2%) とほぼ同等と見ることができる。よって、今回はかぶり厚さの最大管理値を、JASS 5 T-608 による測定誤差を含めて $C_d + 20$ mm とし、この数値を判定基準とした。ただし、実際の建築物では、鉄筋交差部の納まりや仕上材の割付け等を考慮して、施工段階において設計かぶり厚さに対するかぶり厚さの打増しが行われていることもあり、そのような場合には、打増し分のかぶり厚さを加えた判定基準とするとよい。



解説図 11.15 かぶり厚さの判定基準

判定に際しては、各測定箇所・面ごとに、測定した結果を 3つの項目に分け、それぞれの判定基準で合否判定を行う。ここで、3.11 a)に規定される最小かぶり厚さに対する不良率 (P) は、次の (解 11.4) 式を基に算出する。

$$P = \frac{\alpha}{\beta} \times 100 \quad \text{(解 11.4)}$$

ここに、 P : 最小かぶり厚さに対する不良率 (%)

α : 部材種別ごとの、最小かぶり厚さを下回る測定点 (鉄筋) の数

β : 部材種別ごとの、測定点の合計

不合格となった場合には、以下 f.~i. の措置を行うとともに、11.1 e)の規定に従って不合格となった試験結果および不合格であった場合に行った措置について記録し、保管する。本項に該当する場合の保管期間、保管方法についても 11.1 e)とその解説を参考に、事前に建築主 (発注者) と協議して定めておくのが望ましい。

f. 測定結果を基に表 11.8 の判定基準で合否判定を行い、その結果が不合格となった場合は、不合格となった部材と同一打込み日、同一打込み工区の同一種類の部材からさらに 20%に相当する部材を選択し、c. および d. の規定に沿って検査を行う。その後、本項で測定したかぶり厚さの結果と、すでに行ったかぶり厚さの結果を合わせ、(解 11.4) 式を基に最小かぶり厚さに対する不良率 (P) を算出する。この不良率 (P) が 15%以下の場合には合格とする。また、c. で行った検査および本項で行った検査の結果を基に、建築基準法に規定されるかぶり厚さに満たない箇所を確定し、必要に応じて工事監理者の指示または承認を受けた適切な補修方法によって補修を行う。

g. f. で算出した最小かぶり厚さに対する不良率 (P) が 15%を超えた場合は、該当する部材と同一の種類で同一打込み日、同一打込み工区全ての部材を対象に、c. および d. の規定に沿って検査を行う。このとき、すでに検査を実施した部材は除いてもよい。同一打込み日、同一打込み工区の同一種類の全部材の検査結果から、(解 11.4) 式を基に最小かぶり厚さに対する不良率 (P) を算出し、15%以下の場合には合格とする。また、f. と同様に、建築基準法に規定されるかぶり厚さ

に満たない箇所を確定し、必要に応じて工事監理者の指示または承認を受けた適切な補修方法によって補修を行う。

h. 全数検査の結果、不良率 (P) が 15 % を超える場合には、当該建築物のかぶり厚さが一般的な施工誤差の範囲を超えて小さいことが懸念される。したがって、耐久性、耐火性および構造性能が所要の性能を満たしているかを検証し、必要に応じて補修を行う。かぶり厚さの最小値の判定基準が不合格であった場合も、同様に所要の性能を満たしているかを検証する。検証にあたっては、3.11 において耐久性上、防火上、構造性能上必要なかぶり厚さの考え方が示されているので、これらを参考にするとよい。また、f. および g. の検査において不良率が判定基準の値より小さい場合であっても、かぶり厚さ不足が懸念される箇所がある場合には、所要の性能を満たしているかについて検証を行うことが望ましい。

かぶり厚さを確保するための補修方法については、建築基準法および関係法令の規定を満足する必要がある。法令の規定および所要の性能を満足する補修方法について、工事監理者と協議して定める。鉄筋コンクリート造建築物のかぶり厚さは、建築基準法施行令第 79 条第 1 項に規定されており、ここでのかぶり厚さを構成するコンクリートは、JIS A 5308 に適合するものまたは国土交通大臣の認定を受けたものでなくてはならない。ただし、平成 13 年国土交通省告示第 1372 号において、上記施行令第 79 条第 1 項を適用しない鉄筋コンクリート部材について定められており、この中でポリマーセメントモルタルなどのコンクリート以外の材料を使用する部材の構造方法が定められている。また、耐火構造であることが要求される場合には、平成 12 年建設省告示第 1399 号に規定されているように、防火上支障のないことが求められることになる。このときの具体的な材料の選択方法、補修工法および補修部材の耐火性能の評価方法等については、(国研)建築研究所においてとりまとめられた建築研究報告¹⁴⁾が参考となる。

i. 各測定箇所の面ごとに、検査結果の平均値 (\bar{X}) が 3.11 a に規定される最小かぶり厚さ以上で、かつ 3.11 b に規定される設計かぶり厚さ ± 20 mm 以下であること確認し、その判定値の範囲内にある場合には合格とする。前述のとおり、ここでの設計かぶり厚さには、施工段階における打増しを加えた値で判定するとよい。不合格となった場合には、測定面の鉄筋が部材断面の中心部に偏って配置されていないことおよび鉄筋が一部の面に偏って配置されていないことを JASS 5 T-608 やその他適切な非破壊検査、破壊検査によって測定・確認する。当該部分の鉄筋が部材断面の中心部に偏って配置されているおそれがある場合は、構造性能を検証し、工事監理者の承認を受けて必要な措置を講じる。

付 17. JASS 5 T-608 : 2018 電磁誘導法によるコンクリート中の鉄筋位置の測定方法

1. 適用範囲

この測定方法は、構造体コンクリート中の深さ方向 80 mm 以内における鉄筋位置を電磁誘導法により測定する場合に適用する。

2. 用語の定義

この測定方法で用いる主な用語の定義は、JASS 5 の 1.6「用語」および JIS Z 2300（非破壊試験用語）の 4「用語および定義」によるほかは、次による。

- (1) 探査距離 1 回の走査で探査可能な距離。
- (2) 面内位置 コンクリート中の鉄筋位置のコンクリート表面への投影位置。
- (3) 探査センサ 試験コイルを内包した探査部分。プローブ、スキャナ、ヘッドなどと呼ぶ場合がある。

3. 測定に用いる器具

3.1 測定装置

測定装置は、測定装置本体と探査センサとから構成されるものとする。測定装置本体と探査センサの一体型も含む。

3.2 測定装置本体

測定装置本体は、送信波の発振器、電気的信号を処理する装置、表示装置などで構成され、その機能および性能は表 1 によるものとする。

表 1 装置本体の性能

項目	性能
測定方式	電磁誘導方法
面内位置の測定誤差	±10 mm または探査距離の ±1.0 % 以下
走査方向の分解能 (判別可能な 2 つの鉄筋の空の最小値)	75 mm 以下(深さ方向 50 mm まで) かぶり厚さ × 1.5 倍以下(深さ方向 80 mm まで)
かぶり厚さの測定範囲	最小 10 mm 以下、最大 80 mm 以上
かぶり厚さの測定誤差	±2 mm 以下(深さ方向 50 mm まで)、±3 mm 以下または かぶり厚さの ±5 % 以下(深さ方向 80 mm まで)
かぶり厚さの分解能	1 mm 以下

3.3 探査センサ

探査センサは、測定対象の形状に適したものとする。

4. かぶり厚さ補正值の求め方

かぶり厚さ補正值は、以下に示す A 法、B 法のいずれかの方法で求める。

a) A 法

磁気に影響を及ぼさない材料または場所の上に、測定箇所と同様に鉄筋を配置し、その上に厚さ 10 mm、20 mm、30 mm、50 mm および 80 mm の磁気に影響を受けない材料で作製した板を順次に乗せてかぶり厚さを測定する。このときの所定のかぶり厚さと、測定装置の指示値との差(下式)を「かぶり厚さ補正值」(D 10、D 20、D 30、D 50 および D 80: 単位 mm) とする。

b) B 法

各部位・部材の配筋作業が完了し型枠作業を開始するまでの間に、各配筋の側面、下面または上面に厚さ 10 mm、20 mm、30 mm、50 mm および 80 mm の磁気に影響を受けない材料で作製した板を順次に被せてかぶり厚さを測定する。このときの所定のかぶり厚さと、測定装置の指示値との差(下式)を「かぶり厚さ補正值」(D 10、D 20、D 30、D 50 および D 80: 単位 mm) とする。

かぶり厚さ補正值 (D 10 ~ D 80) = 「所定のかぶり厚さ」 - 「指示値」

5. 測定の準備

測定の準備は、次の方法による。

5.1 確認事項

測定を開始する前に、測定部位・部材の施工図(配筋図など)を確認する。

5.2 基準線および走査線の設定

測定部位・部材の配筋状態に合わせ、以下の手順で 2 本の基準線 (X 軸、Y 軸) および走査線 (X 軸、Y 軸) をマー

キングする。

5.2.1 測定部位・部材が柱または梁の場合

- a) 測定を行う面の中央部を中心に、主筋と平行方向に基準線 (Y 軸) を、直行方向に基準線 (X 軸) をマーキングする。なお、基準線 (Y 軸) の長さは帯筋やあばら筋などせん断補強筋の配筋間隔の 12 倍以上、基準線 (X 軸) の長さは、主筋の配筋間隔の 2 倍以上かつ探査センサの大きさ (走査方向と直角方向) の 3 倍以上を目安とする。
- b) 基準線に沿って探査センサの大きさよりも小さい間隔で、装置の走査方法に従って柵状 (X 軸または Y 軸) または格子状 (X 軸および Y 軸) に基準線と同じ長さの走査線をマーキングする。

5.2.2 測定部位・部材が壁の場合

- a) 部材の中央部で床面から約 1 m の高さに、水平方向に基準線 (X 軸) を、垂直方向に基準線 (Y 軸) をマーキングする。なお、基準線 (X 軸) の長さは縦筋 (垂直方向の鉄筋) の配筋間隔の 12 倍以上、基準線 (Y 軸) の長さは横筋 (水平方向の鉄筋) の配筋間隔の 12 倍以上を目安にする。
- b) 5.2.1. b) に準じて走査線をマーキングする。

5.2.3 測定部位・部材が床または屋根スラブの場合

- a) 部材中央部を中心に、鉄筋の軸方向に合わせて直交する 2 本の基準線 (X 軸および Y 軸) をマーキングする。なお、基準線の長さは各方向と直交する鉄筋の配筋間隔の 12 倍以上を目安にする。
- b) 5.2.1. b) に準じて走査線をマーキングする。

6. 測定方法

探査センサを走査線に沿って走査し、6.1 に沿って鉄筋の面内位置を確認した後、6.2 によってかぶり厚さの測定を行う。なお、測定装置の使用に際しては、附属書 1 によって点検および校正を行い、表 1 の性能に満足することを確認する。

6.1 面内位置の確認

- a) 探査センサを電気・磁氣的に影響を受けない場所に静置し、測定装置の零点を確認する。
- b) 探査センサを走査線に沿って走査し、鉄筋の面内位置をマークする。このとき、両軸方向のおおよそのかぶり厚さを数点記録し、その平均値を求めておく。
- c) 探査センサの走査が 2 方向 (X 軸および Y 軸) 必要な測定装置を用いる場合は、b) が終了した後、これと垂直方向の走査線に沿って走査し、鉄筋の面内位置をマークする。
- d) b), c) で得られた鉄筋の面内位置のマークを直線で結び、鉄筋位置のマップを作成する。

6.2 かぶり厚さの測定

- a) 測定部位・部材が壁または床、屋根スラブの場合は、6.1. b) で求めた両軸方向のおおよそのかぶり厚さを基に、測定対象となる鉄筋の軸方向 (かぶり厚さの平均値の小さい方) を定める。
- b) 6.1. d) で作成した鉄筋位置のマップを基に、探査センサを測定対象の鉄筋の上部に置く。このとき、探査プローブに異方性がある場合は、測定装置の製造者により指定された方向と鉄筋を平行にする。
- c) 探査センサを左右前後にわずかに振ってかぶり厚さの指示値が最小値となることを確認した後、その指示値を読みとる。
- d) 探査センサを走査線方向に移動させながら b) ~ c) の操作を繰り返し、所定の数のかぶり厚さを測定する。
- e) 測定するかぶり厚さの数は、測定部位・部材の箇所ごとに 10 点以上とする。
- f) その他、測定にあたっては測定装置の作業手順書等による。

7. 結果のまとめ

- a) 個々の鉄筋のかぶり厚さ測定値 (x) は、6.2 で得られた個々の指示値 (x') を基に、下式 (1) ~ (5) によって 4 項で求めたかぶり厚さ補正值 (D 10 ~ D 80) を用いて算出し、ミリメートル単位で表す。

・ $0 < x' \leq (10 - D 10)$ の場合

$$x = \frac{10}{10 - D 10} \times x' \tag{1}$$

・ $(10 - D 10) < x' \leq (20 - D 20)$ の場合

$$x = 10 + \frac{10}{10 + D 10 - D 20} \times (x' - 10 + D 10) \tag{2}$$

・ $(20 - D 20) < x' \leq (30 - D 30)$ の場合

$$x = 20 + \frac{10}{10 + D 20 - D 30} \times (x' - 20 + D 20) \tag{3}$$

・ $(30 - D 30) < x' \leq (50 - D 50)$ の場合

$$x = 30 + \frac{20}{20 + D 30 - D 50} \times (x' - 30 + D 30) \tag{4}$$

・ $(50 - D 50) < x' \leq (80 - D 80)$ の場合

$$x = 50 + \frac{30}{30 + D 50 - D 80} \times (x' - 50 + D 50) \tag{5}$$

- b) 得られた補正後の全てのかぶり厚さ測定値をグラブズの検定 (5% 棄却限界: JIS Z 8402-2 参照) またはその他の

鉄筋の埋設位置の探査に関して、本書では何故か？電磁誘導法に固執しているが、電磁波レーダ法で行う方が圧倒的に早い上に正確な為、電磁誘導法で行わないのが正解！
本書の著者は執筆当時は電磁波レーダ法に関しては熟知していないと考えられる。

ヒルティのフェロスキャン PS200 や PS300 等のエンコーダ付の探査機は寸法上この仕様の試験片では点検出来ない。

8. 報告

報告は、次の事項について行う。

- (1) 工事名称
- (2) 測定 (試験) 年月日
- (3) 測定 (試験) を実施した試験従事者の氏名
- (4) 測定 (試験) の対象部位・部材の位置が確認できる図書類
- (5) 測定 (試験) を実施した箇所が確認できる図書類
- (6) 測定 (試験) を実施した部位・部材の鉄筋の位置が確認可能な配筋図、施工図などの図面類
- (7) 測定 (試験) 測定データ (全ての x, X, x_{min}) (棄却検定で廃棄した測定データを含む) (単位: mm)
- (8) 始業時点検、測定中点検、就業時点検におけるかぶり厚さの測定誤差 (20 mm (または 30 mm), 50 mm)
- (9) かぶり厚さ補正值の求め方 (A 法, B 法) および各補正值 (D 10, D 20, D 30, D 50 および D 80) (単位: mm)
- (10) 測定装置本体の形式、製造番号および製造メーカー名
- (11) 探査センサの形式、製造番号および製造メーカー名

補正值を求める作業は時間も費用も沢山掛かります。JASS5 の通り測定とは、補正值も含めるのかどうか？
事前に検討が必要です。過去の事例では、補正值の算出を実施してもその分の報酬は回収出来たことがないです。

附属書 1 (測定装置の点検および校正)

1. 適用範囲

この附属書は、JASS 5 T-608 (電磁誘導法によるコンクリート中の鉄筋位置の測定方法) において使用する測定装置に動作の異常がないことを確認するとともに、測定開始前に行う所定の校正に適用する。

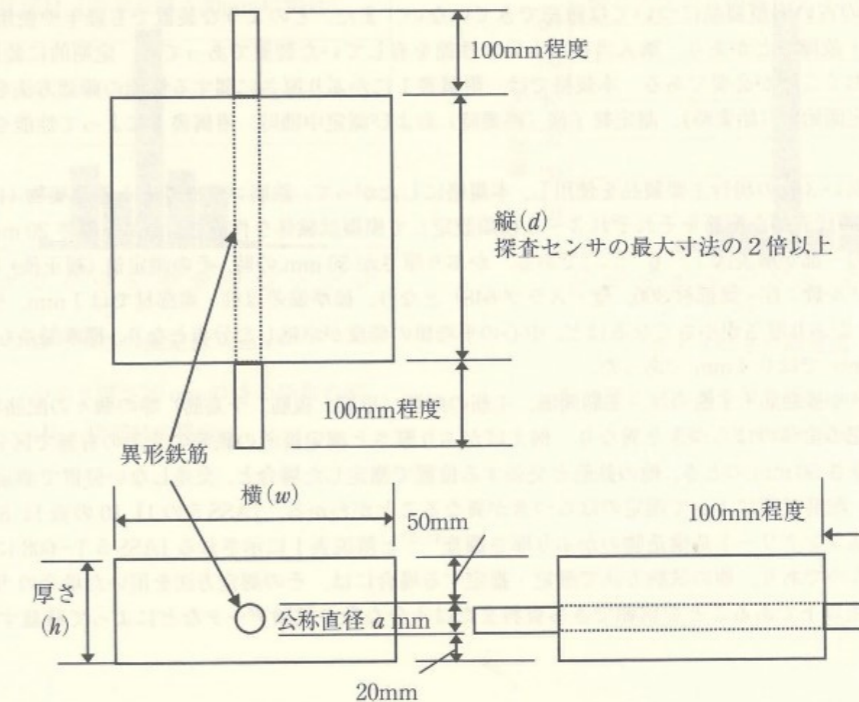
2. 校正に用いる器具

始業前点検の実施

2.1 標準試験片

標準試験片は、JIS G 3112 に適合する呼び名 D 13 の異形鉄筋または D 10 もしくは D 16 の異形鉄筋を埋め込んだ角柱体⁽¹⁾とする。このとき、鉄筋はかぶり厚さが上面で 50 mm、下面で 20 mm (または 30 mm) となるように配置する。また、異形鉄筋の両端は断面から 100 mm 程度出しておく [附属図 1 参照]。

[注] (1) 標準試験片のかぶり厚さ部分にはアクリル樹脂やエポキシ樹脂など、磁気に影響を及ぼさず、透明で熱や衝撃による変形・破損の少なく、持ち運びに容易な軽量の材料を用いるとよい。



附属図 1 標準試験片の寸法と形状 (例)

3. 測定装置の点検および校正

測定装置は3.1および3.2によって点検を行い異常のないことを確認する。なお、測定装置の機種により、3.2に規定する方法で点検が行えない場合には、3.2に規定するa)～c)の点検項目を他の方法で点検し、異常のないことを確認する。

3.1 点検の種類および時期

a) 始業時点検

始業時の点検は、測定を開始する直前に行う。

b) 測定中点検

測定中の点検は、作業者が必要と判断した時に行う。

c) 終業時点検

終業時の点検は、測定が終了した後、すみやかに行う。

3.2 点検の方法

a) 電源を投入し、測定に必要な各種設定作業⁽²⁾が正常に行えることを確認する。

b) 探査センサを電気・磁的に影響を受けない場所に静置し、測定装置の零点を確認する。

c) 2.1に示す標準試験片を用い、異形鉄筋の軸方向側面からの2か所の所定のかぶり厚さを測定し、かぶり厚さの測定精度が表1の性能を満足することを確認する。

[注](2) 鉄筋径の入力作業、測定深度の条件入力作業、など測定を行う前に行われる作業。

1. 適用範囲

この測定方法は、構造体コンクリート中の最も外側にある鉄筋の深さおよびその面内位置を電磁誘導法により測定(推定)する場合に適用する。ただし、深さ方向の測定(推定)は80mmまでを限度とする。その他、磁性を持った骨材(磁鉄鉱)やスチールファイバーなどの磁性体となる混和材などを使用したコンクリート、および磁性を持った特殊な仕上材を使用している場合には適用できない。また、部材表面の仕上げが粗い場合やうねりがある場合には、探査プローブと測定面との間にすき間が発生し、測定精度に大きな影響を及ぼすため、部材表面の仕上げには十分な注意が必要である。

2. 定義および測定に用いる器具

測定に用いる装置は、表1に示す性能を満たすものでなければならない。なお、表1の各項目は以下の定義による。また、ここでの“測定値”とは測定装置の指示値(デジタルまたはアナログ)をいう。

a) 面内の測定誤差: 鉄筋の面内位置の正值と測定値の差 (mm)

b) 走査方向の分解能: 鉄筋位置測定時に判別可能な2つの鉄筋の空きの最小値 (mm)

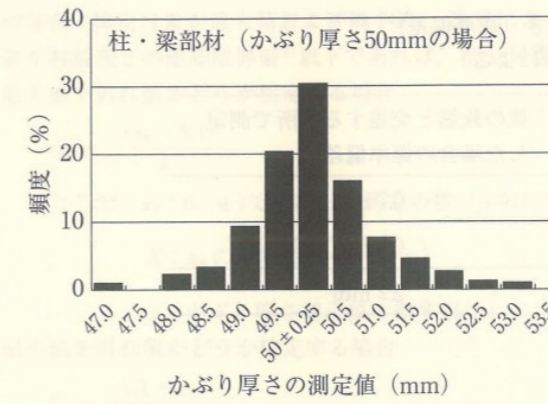
c) かぶり厚さの測定誤差: かぶり厚さの正值と測定値との差 (mm)

d) かぶり厚さの分解能: かぶり厚さ測定時の測定値の最小単位 (mm)

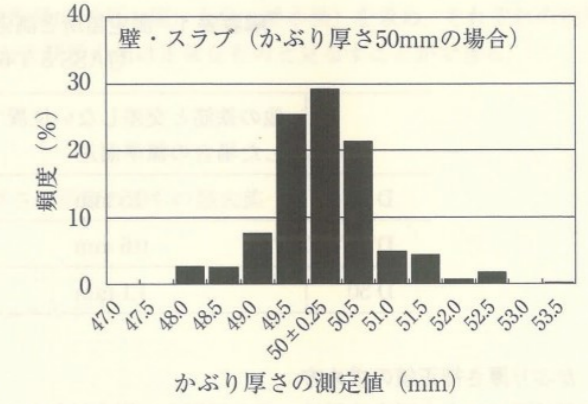
現在、日本国内で建築構造物に適用可能な電磁誘導法の測定装置として製造、販売されているものは、単に部材中の鉄筋の面内位置をおおよそ確認するだけの比較的安価なものを除くと、数種類にとどまる。本規格を作成するにあたり、国内で販売実績が高い3社の現行主要製品について確認した結果、いずれも表1の性能を満足するものであったが、これらメーカーの製品であっても製造年の古い旧型製品については確認できていない。また、どのような装置でも経年や使用環境による性能低下・測定変動、異常・故障などがあり、購入当初は十分な性能を有していた装置であっても、定期的に装置の性能を確認し、適切な整備を行っておくことが必要である。本規格では、附属書1にかぶり厚さに関する性能の確認方法を規定したので、定期点検とは別に、測定開始前(始業時)、測定終了後(終業時)および測定中随時、附属書1によって性能を確認しなければならない。

国内で販売実績が高い3社の現行主要製品を使用し、本規格にしたがって、鉄筋コンクリート造建築物(14階建て共同住宅)の柱、梁、壁、スラブの代表的な配筋をそれぞれ3～6種類設定して模擬試験体を作成し、かぶり厚さ20mm、30mm、50mmの測定を行った結果の一部が解説図1～6^{1).2).3)}である。かぶり厚さが50mmの時、その測定値(補正後)は50mmを中心にほぼ正規分布(サンプル数:柱・梁部材300、壁・スラブ648)となり、標準偏差は柱・梁部材では1mm、壁・スラブでは0.8mmであった。また、かぶり厚さが小さくなるほど、中心の平均値の頻度が卓越した分布となり、標準偏差もかぶり厚さ30mmでは0.5mm、同20mmでは0.4mmであった。

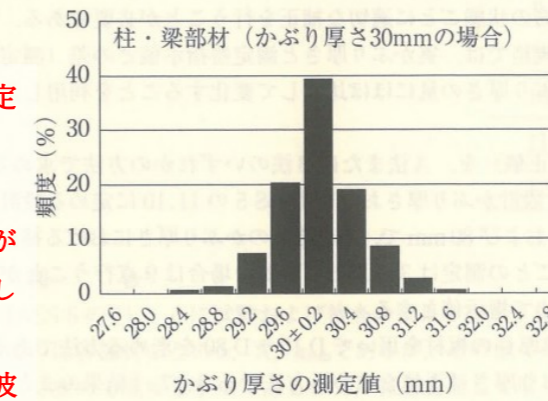
その他、かぶり厚さや補助筋・主筋の径、主筋間隔、主筋の配置(単筋、複筋、千鳥筋)等の個々の配筋状態で分類すると、測定のばらつきは上記の全体のばらつきと異なり、例えばかぶり厚さと測定箇所(鉄筋の交差の有無)で区分した場合は、表1に示すようにかぶり厚さ50mmのとき、他の鉄筋と交差する位置で測定した場合と、交差しない位置で測定した場合とでは標準偏差が2倍となり、配筋状態によって測定のばらつきが異なることがわかる。JASS5の11.10の表11.8のかぶり厚さの判定基準は、既存の鉄筋コンクリート造建築物のかぶり厚さ調査^{4).5)}と解説表1に示されるJASS5 T-608による測定誤差とを加味して定められたものであり、他の試験方法で測定・推定する場合には、その測定方法を用いた場合の当該測定箇所の測定誤差が表1の標準偏差以下であることを信頼できる資料または十分な数の試験データなどによって確認することが重要である。



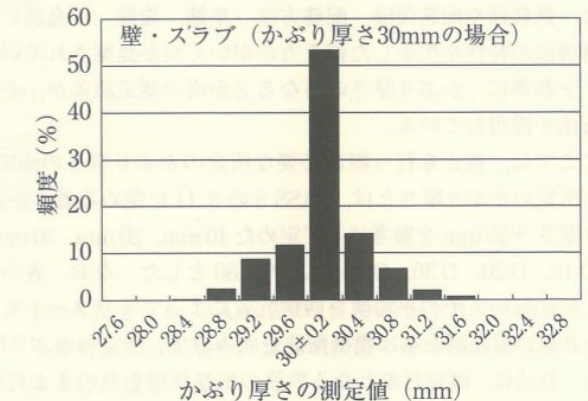
解説図1 かぶり厚さ50mmの時の分布の例 (柱・梁部材の場合)



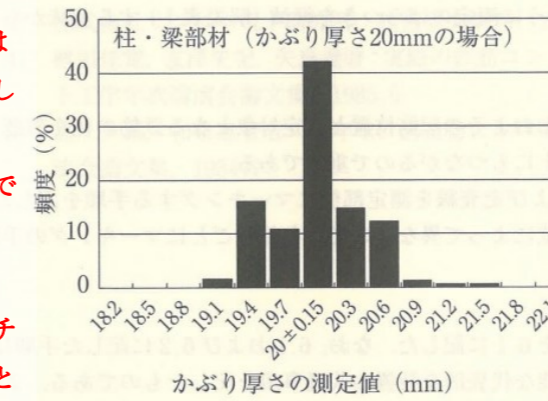
解説図2 かぶり厚さ50mmの時の分布の例 (壁・スラブの場合)



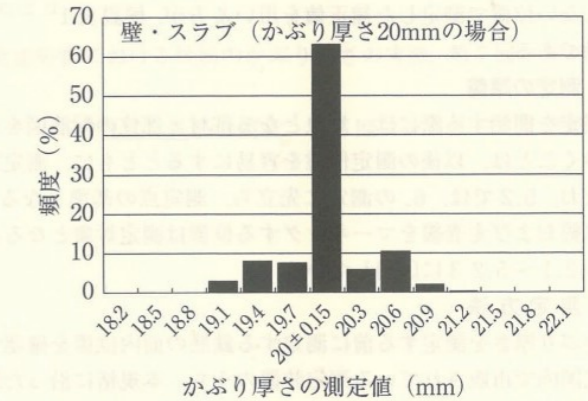
解説図3 かぶり厚さ30mmの時の分布の例 (柱・梁部材の場合)



解説図4 かぶり厚さ30mmの時の分布の例 (壁・スラブの場合)



解説図5 かぶり厚さ20mmの時の分布の例 (柱・梁部材の場合)



解説図6 かぶり厚さ20mmの時の分布の例 (壁・スラブの場合)

本書では、かぶり厚さの測定を80mmまでとしているが、昨今の建築構造物の中には、柱でかぶり厚さの設計値が130mmであることもしばしば見られます。

そういった場合でも、電磁波レーダ法で比誘電率を補正することで電磁誘導法の測定精度と同等の精度で測定することが出来ます。

最新のRCレーダ探査機には比誘電率の補正機能が充実している機器がありますので、それらも有効に活用すべきです。

また、電磁波レーダ法では、鉄筋が密に入っていてピッチが狭い場合でも、他の箇所と同じ精度で測定できる利点もあります！

解説表 1 測定箇所と測定のはらつき (標準偏差)^{1), 2), 3)}
(JASS 5 T-608 : 2009 による)

	他の鉄筋と交差し位置で測定した場合の標準偏差	他の鉄筋と交差する箇所で測定した場合の標準偏差
D 20	0.5 mm	0.7 mm
D 30	0.6 mm	0.9 mm
D 50	1.1 mm	2.2 mm

3. かぶり厚さ補正値の求め方

電磁誘導法による測定装置は、その原理上、測定対象となる鉄筋の近傍に他の鉄筋や金属類が存在する場合は、存在しない場合に比べ探査センサ内の検出コイルを貫く磁束密度が高くなり、同じかぶり厚さの鉄筋を測定した場合でも測定装置の指示値が小さくなる。また、鉄筋径の大小によっても同様の挙動を示す。鉄筋コンクリート造構造物の配筋状態は部材の種類や階層、用途などによって種々異なるため、電磁誘導法による測定では、上記のように同じかぶり厚さをもつ部材、部位でも異なった値を示すこととなる。したがって、電磁誘導法によって鉄筋コンクリート造構造物のかぶり厚さを精度良く測定するためには、鉄筋径や配筋間隔、配筋方法(単筋、複筋、千鳥筋)などの配筋の状態ごとに適切な補正を行うことが必要である。電磁誘導法の特性を生かした補正方法がいくつか提案されているが、本規格では、実かぶり厚さと測定器指示値との差(測定誤差)を基準に、かぶり厚さの異なる2か所の測定誤差が、その間のかぶり厚さの量にほぼ比例して変化することを利用した補正方法を採用している。

ここでは、補正を行う際に必要な所定のかぶり厚さの測定誤差(補正値)を、A法またはB法のいずれかの方法で求める。この所定のかぶり厚さとは、JASS 5 の 3.11 に定める最小かぶり厚さ、設計かぶり厚さおよび JASS 5 の 11.10 に定める設計かぶり厚さ +20 mm を参考にして定めた 10 mm, 20 mm, 30 mm, 50 mm および 80 mm で、それぞれのかぶり厚さにおける補正値を D 10, D 20, D 30, D 50 および D 80 とした。なお、各かぶり厚さごとの測定は3点以上(可能な場合は9点行うことが望ましい)を行い、その平均値を四捨五入によってミリメートル単位に丸めて指示値とする。

A法は、配筋図を基に模擬配筋を組み立て、所定のかぶり厚さと同じ厚さの板材を用いて D 10 ~ D 80 を求める方法である。一方、B法は、測定対象となる鉄筋の配筋状態をそのまま利用してかぶり厚さ補正値を求める方法であり、7.「結果のまとめ」で使用する補正値としてはA法で求めた補正値よりも適している場合が多い。なお、前述したように、柱や梁などの部材の場合には測定対象となるあばら筋や帯筋と主筋が交差する箇所を測定する場合と、主筋と主筋の間を測定する場合とで、同じかぶり厚さでも指示値は前者の方が小さく、後者の方が大きくなる。柱や梁などの配筋密度の高い部材では測定対象の補助筋と主筋が交差する場合が多く、このような部材のかぶり厚さを測定する場合には、補助筋と主筋が交差する箇所で測定した補正値を用いるのがよい。一方、壁やスラブなどの配筋密度が比較的小さい部材のかぶり厚さを測定する場合には、他の鉄筋と交差し位置で測定した補正値を用いる方が、解説表 1^{1), 2), 3)} に示すように測定のはらつきを軽減(解説表 1)する意味からも有効である。

4. 測定の準備

測定を開始する際には、対象となる部材・部位の配筋図を準備し、おおよその配筋位置と測定対象となる鉄筋の径を確認しておくことは、以後の測定作業を容易にするとともに、測定精度の向上にもつながるので重要である。

なお、5.2 では、6. の測定に先立ち、測定点の基準となる基準線および走査線を測定部位にマーキングする手順を記した。基準線および走査線をマーキングする位置は測定対象となる部材・部位によって異なるので、各部材ごとにマーキングの手順を 5.2.1 ~ 5.2.3 に区別している。

5. 測定方法

かぶり厚さを測定する前に測定する鉄筋の面内位置を確認する手順を 6.1 に記した。なお、6.1 および 6.2 に記した手順は、現在国内で市販されている測定装置のうち、本規格に沿った測定が可能な代表的な装置の共通事項を記したものである。よって、使用する測定装置によっては、6.1 および 6.2 で記される以外の手順が必要な場合や不要な手順がある場合もあるので、そのような場合には使用する測定装置の取扱説明書に従って実施する。

6. 結果のまとめ

5. で測定した所定の数のかぶり厚さの指示値(x')と4項で求めたかぶり厚さ補正値(D 10 ~ D 80)を用い、指示値が

- ・ 10 - D 10 以下の時は式(1)
- ・ 10 - D 10 より大きく 20 - D 20 以下の時は式(2)
- ・ 20 - D 20 より大きく 30 - D 30 以下の時は式(3)
- ・ 30 - D 30 より大きく 50 - D 50 以下の時は式(4)
- ・ 50 - D 50 より大きく 80 - D 80 以下の時は式(5)

によって算出し、ミリメートル単位で表す。

その後、得られた補正後の全てのかぶり厚さ測定値をグラブズ(Grubbs)の検定(5%棄却限界: JIS Z 8402-2⁶⁾)またはその他の適切な方法で棄却検定し、廃棄された場合はこれに替わる測定値を補う。グラブズ(Grubbs)の検定で外れ値が一

つの場合(検定対象が最大値および最小値)、次式によって検定統計量G_p(最大値)とG₁(最小値)を求め、それぞれの検定統計量が解説表 2 の棄却限界値⁶⁾以下であれば、検定対象の最大値および最小値は正常なものと見なすことができる。

最大値を外れ値かどうか検定する場合

$$G_p = \frac{(x_p - X)}{s}$$

ここで、x_p: 6. a) で算出した所定の数(p個)のかぶり厚さ補正値のうちの最大値

$$X: x_p \text{ の平均値 } \left(= \frac{1}{p} \sum_{i=1}^p x_i \right)$$

$$s: \text{ かぶり厚さ補正値の標準偏差 } \left(= \sqrt{\frac{1}{p-1} \sum_{i=1}^p (x_i - X)^2} \right)$$

最小値を外れ値かどうか検定する場合

$$G_1 = \frac{(X - x_1)}{s}$$

ここで、x₁: 6. a) で算出した所定の数(p個)のかぶり厚さ補正値のうちの最小値

解説表 2 グラブズの検定の棄却限界値

p	5%
9	2.215
10	2.290
11	2.355
12	2.412

7. 報 告

JASS 5 の 11.1 d に試験および検査の結果を記録し保存する、と定められている。JASS 5 の 11.10 のかぶり厚さの判定に用いるのは各部材ごとの x, X, x_{min} であるが、その他の報告事項は、不合格となった場合、試験の検証やその後の措置を決定する上で極めて重要な事項であるので、報告書として取りまとめておかなければならない。

参考文献

- 1) 富士物産株式会社: 技術研究資料, 2008.8
- 2) 日本ヒルティ株式会社: 技術研究資料, 2008.8
- 3) 株式会社サンコウ電子研究所: 技術研究資料, 2008.8
- 4) 榊田佳寛, 友澤史紀, 矢島義暦: 実際の鉄筋コンクリート造建築物における鉄筋のかぶり厚さの実態, 第7回コンクリート工学年次講演会論文集, 1985.6
- 5) 嵩 英雄, 和泉意登志: 経年 RC 構造物におけるコンクリートの中性化と鉄筋の腐食, 第6回コンクリート工学年次講演会論文集, 1984.7