

## 平成29年度耐震不適格建築物基本調査

### 不適格建築物の倒壊危険性簡易判定マニュアル

平成30年7月

沖縄県土木建築部建築指導課

## § 1. 「不適格建築物の簡易な倒壊危険性の判定」の目的

沖縄県は平成11年に策定した「沖縄県耐震化促進計画」において、平成25年時点で住宅の14.9%、特定建築物の16.5%とされている県内の未耐震建築物を、本年(2018年)までにそれぞれ5%に減じることを目途として押し進めてきました。

促進計画の中心となる施策は未耐震建築物の耐震診断と補強ですが、建て替えや除却により耐震化率の分母を減ずる(耐震化率 = 耐震化した建築物 / 全建築物数)こともまた効果的です。県民が所有する未耐震建築物の建て替えや除却を後押しするために、工学的には妥当でありながら簡易な判定方法で倒壊の危険性が判断できれば有用であり、耐震化の重要性を啓発するツールともなると企画しました。

今後、県が企画中の「建て替えや除却に対する費用助成」を、公平な判定基準の元を実施できるようマニュアルを作成しました。これは数年前から沖縄県が実施している簡易診断事業の先に位置する事業で、全体のフローを資料1に示します。

この判定方法を県民が使用する場合、相談窓口としては建築士の皆さんを想定しています。専門家の意見を求められた場合の説明資料としてください。

ここで行う簡易な倒壊の危険性の判定は、建て替えや除却を検討する建築物所有者の重要な判断ツールとなることを願っています。判断は、いわゆる3振アウト法です。2ストライクまでは、それぞれの不具合に対策して建築物を延命化出来ますが、3ストライクになった建築物は「アウト」と判定され、除却を勧める結果になります。

また、このでアウトと判定されても特に強制力はありません。所有者の判断で個別に対策して延命化し、継続使用することを妨げる物ではありません。ただその場合、建築士は所有者に「当該の建築物は一定の工学的判断で危険性があると判定されています」という説明をしてください。

## § 2. 判定資料の準備

本判定は、県民の大切な財産の改廃を判断します。あいまいな根拠で判定しないように、次の3つの資料を準備してください。

### ①耐震診断の結果

(一財)日本建築防災協会の耐震診断基準では、既存建築物を補強や改廃するなどの大きな判断をするときには、2次診断以降の高次の判断を勧めています。2次診断は材料調査、劣化調査、診断解析が必要で時間と費用が掛かりますので、「簡易な判定」方法では沖縄県が平成28年から推進している簡易診断の結果も使えることとしました。簡易診断は平成30年度も実施される予定です。

過去に2次診断などの診断結果のある建築物は、その結果からこのフローチャートの判断に加わってください。その耐震診断で「耐震性に不安が有る」とされた建築物は1ストライクです。

### ②現地調査の結果

コンクリート中の塩分による躯体の劣化指標として「材軸方向のひび割れの有無」を重要視しています。柱の鉛直方向、梁の水平方向に、主筋に添った方向のひび割れがあるかどうか重要です。その理由は、コンクリート中の塩分は打設時からあった内在塩分か、外部から飛来した海由来の塩分ですが、材軸方向のひび割れと内在塩分は強い因果関係が認められるからです。現地調査を行いひび割れ幅の測定と写真撮影をしてください。幅0.2mm程度の材軸方向のひび割れであれば、補修で延命化が図れることもありますので、劣化の補修会社と相談してください。0.2mmを超えるひび割れがあれば2ストライクです。

ひび割れ幅の測定は、ホームセンターなどで販売しているクラックスケールが便利です。下記にその使用例の写真添えますがスケール自体は安価です。

クラックスケールの使用中の写真



ドリル法の写真



### ③塩分濃度の調査結果

昔の資料ですが、旧建設省が昭和55年に行った総合技術開発プロジェクトの調査結果は未だに色々な場面で利用されています。その中にコンクリート中の塩分の腐食限界濃度 $1.2\text{kg/m}^3$ と言う数値があります。これを超

える塩分が存在する建築物は鉄筋腐食が続きます。

従来の県内の塩分濃度試験はコアを採取して行う方法が主でしたが、この簡易な判定ではドリルで採取した粉末による濃度試験を紹介します。コア抜きは専用のドリルや採取位置の検討が必要で素人が行うのは困難です。ドリル法は採取位置を集中させなければ柱からも採取でき、孔が小さいので補修も容易です。ドリル法による採取の仕方はサポートセンターのホームページで動画を公開していますので参考にしてください。採取時の注意事項や試料の送り先なども本マニュアルに記載しています。離島などの場合、道具が揃えばDIYでも可能です。

### §3.結果の判定

判定資料を基に判定シートで当該の建物がグレードⅠ～Ⅲのどの段階にランクされるか判定してください。この項ではそれぞれのグレードの意味を発注者への説明にお使いください。

#### 1.グレードⅠの判断について

・この建築物はどのような不安があるのか

耐震診断の精密診断か簡易診断で「耐震性に疑問がある」と言う結果になりました。昭和56年以前の法律で作られた建築物は中地震(震度5強程度)では損傷しない様に作られていますが、大地震(震度6強～7)のときに倒壊しないか確認されていません。その確認をした結果「倒壊の危険性がある」建築物と判定されました。簡易診断で判定している場合は、2次診断まで行えば「耐震性あり」に変わる場合もあります。

(一財)日本建築防災協会の診断基準には、耐震補強や除却などの大きな決断には、2次診断以降を行うことを推奨しています。2次診断は建築物の規模に合った資格の建築士が現地調査を行い、コンピューターで計算を行いますのでそれなりの費用が必要で、発注者(建築物所有者)が負担することになります。更に、設計図がないと復元のための費用がプラスされます。

2次診断と比較すると、簡易診断は建築物の外形からの判断ですので、所要の耐震性を確保するように補強を計画するときには不十分です。弱点を計算で抽出する2次診断を実施して補強設計を行ってください。

簡易診断のときに確認申請を受けていない増・改築があってグレードⅠとなった場合は、正式な法的手続きが行われていないので、増築時に適正な増築工事が行われたかどうか行政の目が届いていません。安全性が確認できないとしてこのグレードとなりました。2次診断を行えば「耐震性あり」と判定される場合もあります。ただし、既存と増・改築部のつなぎ方が適正であったかは、外部から判断出来ませんので、診断の信頼性はそれを承知で判断することになります。

・この状況の取るべき対策は何か

安心して住み続けるには、耐震補強が必要です。簡易診断や耐震診断の1次診断は概算なので補強設計が出来ません。2次診断と補強設計を建築士に依頼して、補強設計図を作る必要があります。耐震補強が終わり、携わった建築士が「耐震適格証明」書を作成すれば資産価値が上がります。

#### 2.グレードⅡの判断について

・この建築物はどのような不安があるのか

鉄筋コンクリート構造は、建築物の重さなどの押す力をコンクリートが負担し、自重や地震で発生する曲げる力の中に入れた鉄筋の引張強さで抵抗させます。コンクリートと鉄筋は一体に働かないと建築物の支える柱や梁の強度を発揮できません。

現在、鉄筋腐食がひどくても建っている建築物は、自重と積載荷重(床上の積載物)の鉛直荷重に耐えています。柱や梁は壊れる強度の1/3程度のストレスしか作用していません。劣化で耐力が落ちていても、倒壊はしませんが、その傷んだ耐震要素に地震の揺れでプラスアルファの力が加わると、低下している耐力を超え建築物が倒壊する恐れがあります。

材料の軸方向(柱の縦、梁の横方向)のひび割れは、県内はアル骨反応の可能性もありますが、サポートセンターの多くの診断の経験では建築物が建てられた時のコンクリート中の砂に塩分が濃く含まれていて、柱や梁の中の大事な主筋(太い鉄筋)が錆びて膨張し、コンクリートを押し上げて発生しているものです。コンクリートは鉄筋が引張られたときに抜け出すのを防いでいますが、鉄筋周囲が錆びに覆われていると抵抗できません。最近の技術基準解説書(シマシマ本)では付着割裂破壊は、脆性破壊として厳しくチェックすることを求めています。鉄筋も錆びて細っていると、設計で期待した耐力より小さい力で切れます。この様に材軸方向のひび割れがある建築物は、コンクリートも内部の鉄筋も竣工当時の耐力を期待できませんので、長期の状態(常時)で建築物が自立していても、短期の状態(地震や台風)での安全は保証されません。

- ・この状況の取るべき対策は何か

現状把握、今後の劣化予測の為に、コンクリート中の塩分濃度を把握してください。サンプルを採取して、下記の県の試験所に送って塩分濃度の試験を委託してください。サンプルの採取の仕方などはこの資料の付録に示します。また、サンプル採取の様子はサポートセンターのホームページで動画が見られます。

(一財)沖縄県建築技術センター試験研究部

TEL 098-833-4196

材軸方向のひび割れが、まだ細かい段階(劣化因子がコンクリート中に侵入するのはひび割れ幅が0.2mmを超えてからとされています)なら、当該の箇所をハンマーなどで打診してみてください。主筋の周辺のコンクリートが浮いている場合は音で判断できますので、浮きがなければひび割れの補修で済む場合があります。主筋の周辺のコンクリートが浮いていると判断した場合は、断面修復が適切です。錆びた鉄筋を研り出して防錆処置をして健全なコンクリートか無収縮モルタルで埋め戻します。

ひび割れ補修の段階から、一般の建築士の手には負えない内容と思われるので、補修の専門会社と相談しながら進めてください。発注者や建築士が補修会社に任せきりにすると、不要不急な補修まで行い過剰になることがあります。

### 3.グレードⅢの判断について

- ・この建築物はどのような不安があるのか

コンクリート中の塩分濃度の判断は次の3つの段階があります。

- |                             |  |
|-----------------------------|--|
| a. 0.3kg/m <sup>3</sup> 未満  | 塩分濃度は新築建築物のコンクリートと同等で健全                                |
| b. 0.3～1.2kg/m <sup>3</sup> | 鉄筋が錆び続ける濃度ではありませんが、常に観察を強化する必要のある建築物(点検強化)             |
| c. 1.2kg/m <sup>3</sup> 以上  | 水分と塩分でコンクリート中の鉄筋は錆が継続する状態。現時点で錆が無くても濡れると直ちに鉄筋が錆び始める建築物 |

- ・この状況の取るべき対策は何か

塩分試験の結果で、今後の推奨される対策は異なります。a.の場合は、一般的な点検周期で建築物の劣化に注意してください。b.の場合は、特に雨の掛かる所、湿度のある所を中心に1年1回程度の劣化調査を実施してください。記録を残し見える化し、経年変化に注意が必要です。ひび割れが発見された場合は、早期に対策をとることが費用対効果を高めますが、足場仮設に多額の費用が掛かりますので補修の頻度は制約されます。

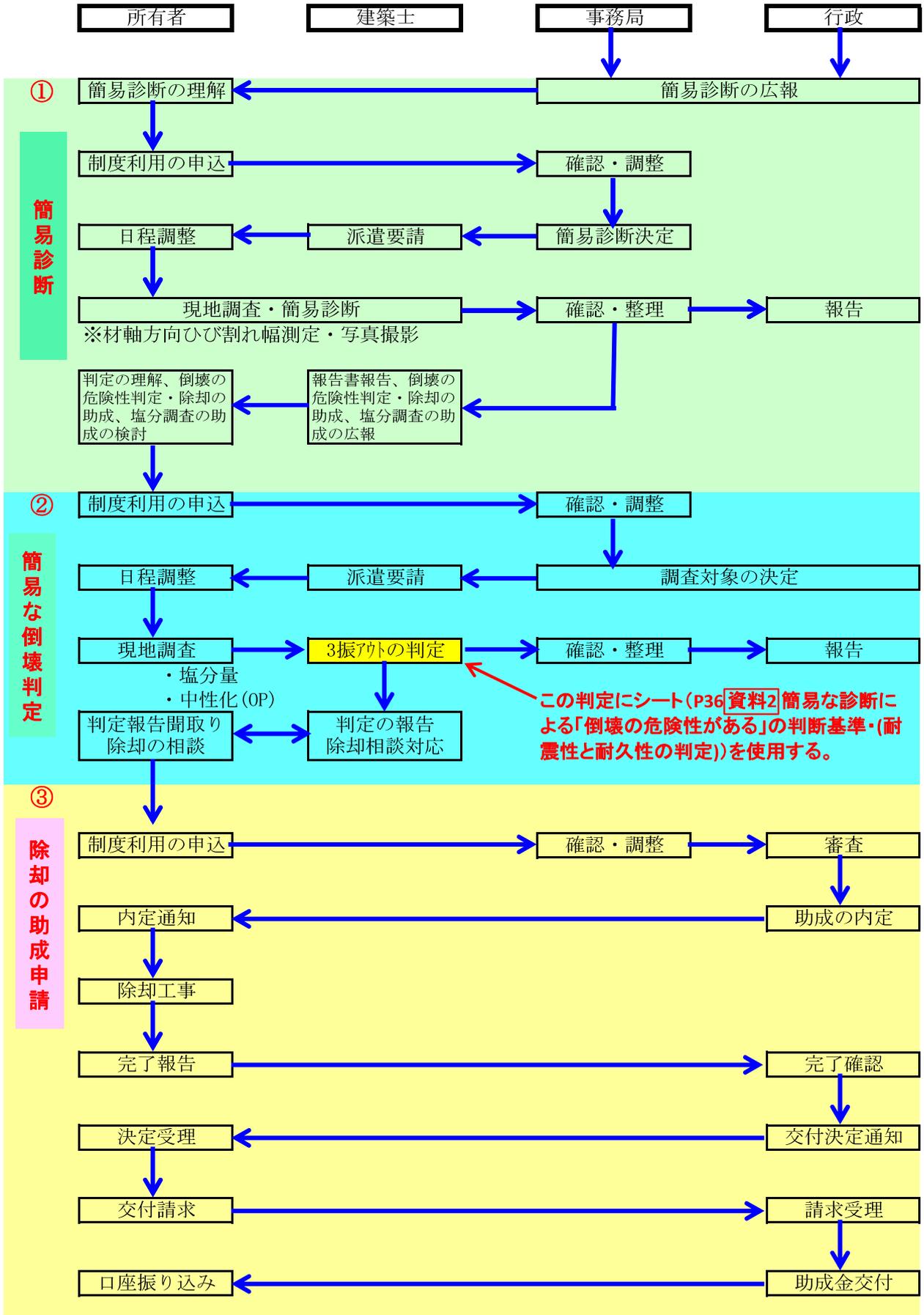
c.の結果は深刻です。ひび割れが細かい内は補修を繰り返すことも考えられますが、劣化因子を除去できないので対症療法になります。爆裂して鉄筋が減量しているときは、柱や梁の周りを新たな鉄筋とコンクリートで巻き替える工法が考えられますが、劣化の原因を封じ込めるだけで根本的解決にはなりません。鉄板や炭素繊維で巻いても同様です。補修工法を選択するときは、下記の文献が参考になりますので、目的と効果と影響を考慮して選択してください。

(一財)日本建築防災協会 2017改訂版 既存鉄筋コンクリート造建築物の耐震改修設計指針

(公社)日本コンクリート工学会 コンクリート診断技術'17 基礎編5章「対策・補修・補強工法」

傷みのひどいところを部分的にコンクリートの打ち直しをすると、内部塩分が濃い場合、新しいコンクリートと旧コンクリートの境界でマクロセル(局部電池)が出来て、境界付近の鉄筋腐食が更に進むことが考えられますので、経験のある補修会社とよく相談してください。

このランクの濃度の建築物で大きな劣化現象がすでに発生している場合は、今後の維持の為に多額の費用が必要になります。除却し建替えることも選択肢の一つになります。



所有者の要望に応じて①、②、③の各段階から利用が可能なフローとして作成している。

①は過去2年間続けてきた簡易診断そのものであり、今後の簡易診断の募集に応じる所有者へのフロー

②は①での簡易診断結果で芳しい結果とならなかった、または過去2年間の簡易診断で芳しい結果とならず、除却を視野にした所有者が塩分濃度の調査を希望するフロー

ドリル法でもコア法でも、サンプル採取した時に中性化試験が容易に出来るので、希望者にはオプションで可能にする。

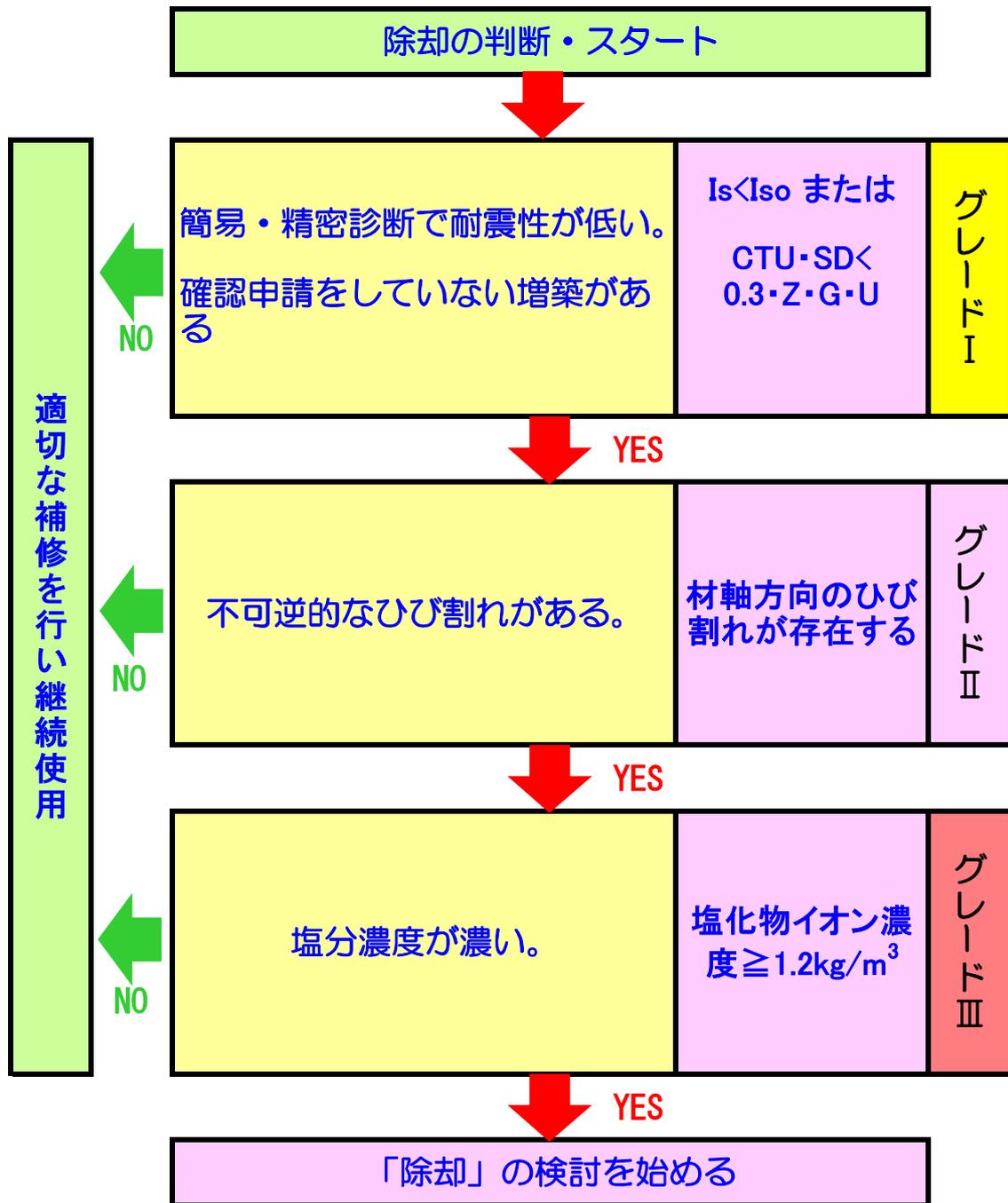
(ただ、中性化は過去の情報としては有用だが、抑止工法があり建物の将来を決定づける要因ではないので、必須としない。)

③は塩分の結果が悪く、除却の助成を申請する所有者のフローで、制度の趣旨から未耐震の建物を対象とする。

平成30年6月

沖縄県土木建築部建築指導課

(特非) 沖縄県建築設計サポートセンター



若干の技術的解説

解説 宮田 茂 (特非) 沖縄県建築設計サポートセンター指導員)

1. 耐震性の判断は、(一財)日本建築防災協会の基準に従い構造種別(鉄骨造・鉄筋コンクリート造・鉄骨鉄筋コンクリート造)などの耐震診断が適切。重要な施設の改廃の判断は2次診断以上を勧めます。

2. 旧建設省が昭和47年から実施した総プロ(※1)の結果で、鉄筋錆の発生する塩化物濃度は $1.2\text{kg/m}^3$ とされています。コンクリート中にこれ以上の塩分が存在すると鉄筋錆は腐食し続けます。

※1: 総合技術開発プロジェクト

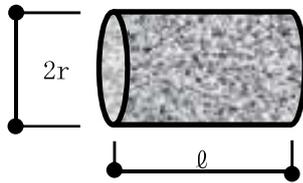
3. 外からの塩分で鉄筋腐食すると、梁も柱も短径(横断)方向にひび割れますが、内在塩分で主筋が錆びると太くて材軸(柱は縦、梁は横)方向にひび割れます。主筋の断面欠損であり耐荷力が落ちていきます。

**資料 3**

**ドリル法で20gのサンプルを採取するには**

現地調査の詳細は(一社)日本非破壊検査協会の「硬化コンクリート中の塩化物イオン量の簡易試験方法NDIS3433」に記載があります。

空けた穴とサンプル粉が同量としたときの必要採取長さ(ℓ)を計算する。近しいところから同じ深さのサンプルを採るのが望ましいが、ドリル穴は隙間なく空けるのは困難なので、数cm離れた位置で行う。



計算式  
 モルタルの比重を  $2 \text{ g/cm}^3$  として

$$20 \leq 2.0 * (\pi r^2) * \ell$$

$$\ell \geq 20 / (2 * \pi r^2)$$

ドリル径	ℓ (cm)		穴個所
11	10.5	通常、外部から3cm刻みで2層採取するので、この径のドリルを使うと隣の層まで達してしまい、複数回穴あけが必要。	4
12	8.8		3
13	7.5		3
15	5.7		2
18	3.9		2
22	2.6	径が大きくなると、手持ちドリルでの採取が難しくなるので採取する技士とよく話し合うこと。	1
24	2.2		1
25	2.0		1



現実的には市販されているキッチンスケール(数千円)で秤量して確認した方が良い。

やり直しが困難な離島などの調査のときは、20gの必要量に対して余裕を持って採取すること。

- ・サンプルは採取後の環境の影響を受けない様に速やかにポリ袋に密閉して入れる。
- ・袋にはラベルを剥がれない様に貼り付け、(一財)沖縄県建設技術センター試験研究班 西浜氏へ送る。

サンプルのラベル(例)

工事名	<b>某ビル劣化度調査</b>
調査内容	<b>塩分含有量調査サンプル1</b>
設計者	<b>沖縄県建築設計サポートセンター</b>
連絡先	<b>TEL 098-879-1020</b>
採取者	<b>R技検工業</b>
連絡先	<b>TEL 098-898-5736</b>
採取日	<b>平成 30年7月9日</b>
備考	<b>外部から0~3cm</b>

**資料 4****ドリル法による資料採取の注意事項**

(一社)日本非破壊検査協会規格 NDIS3433「硬化コンクリート中の塩化物イオンの簡易試験方法」H29.9.12

付属書A(ドリル削孔粉の採取方法)より抜粋

青字は(特非)沖縄県建築設計サポートセンターの注記

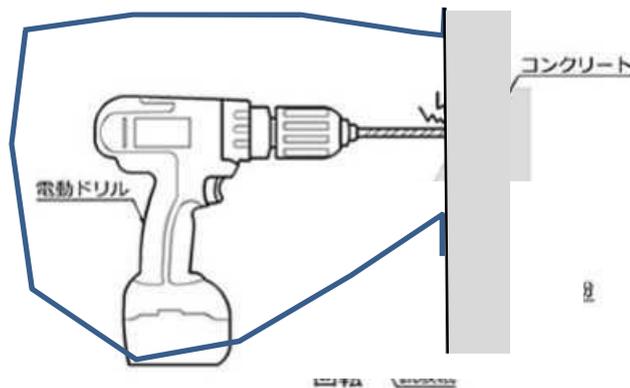
## A.1 適用範囲

削孔粉全量を採取することが重要であるので、降雨または降雪により作業の過程で削孔粉が濡れる恐れのある場合、強風により削孔粉の一部が飛散する恐れのある場合は適用できない。

採取した粉は、雨が降っていても濡らさない、風で飛ばされない様に注意する必要がある。

## A.2 使用機器・器具

- a) 振動ドリル 回転スピンドル気候により軸方向の衝撃運動を与える衝撃装置を内蔵しているドリル
- b) ドリルビット コンクリート用ビット(コンクリート削孔専用の物)で、直径10mm~30mmのもの  
携帯性を優先して、手持ちで支えきれない径を、調査技士と相談しておくこと  
コア抜きマシンの様に、反力用のアンカーは打ちたくない
- c) 削孔粉善良採取のための器具  
削孔箇所から噴出した削孔粉が飛散するのを防ぎ、削孔粉全量を採集するための器具  
削孔粉の一部が飛散して損なわれれば、セメントペーストと骨材の構成比が変化するので、採取は全量でなければならない。セメントペーストの比率が大きくなると、塩化物イオン量は過大評価される。



アイデアの段階だが、ドリル全体をポリ袋で覆って、袋の縁はコンクリートにガムテープで張り付ければ飛散も水濡れも無い。

ドリルが見えないと操作に困るので、透明な袋にする。

HILTY(機械メーカー)の集塵機付きのドリル(TE6-A22 P2/3.0AH DRS)の場合は、削孔粉はカートリッジ内に集められえるので便利だが、ドリルは高価になる。サポートセンターの動画はその集塵機の付いたドリルを使用している。

## d) ノギス

JISB7507に規定されるもの。もしくはそれと同等の精度を有し、デプスバーを持つもの。

0~30mmまでの穴あけはドリルの長さ30mmの位置にマークをつけて達したらノギスのデプスバーを刺して深さ測定して写真撮影とサンプルの収納をするとよい。

30~60mmまでの穴あけはドリルの長さ60mmの位置にマークをつけて達したらノギスのデプスバーを刺して深さ測定して写真撮影とサンプルの収納をする。

60mm以深は引き続き穴あけし、最終的な深さを測定して写真撮影してサンプルを収納する。各深さのサンプルが混ざらない様に注意する。



試験結果報告書			
〒 901-2114 住所 浦添市安波茶1-32-13 大平インタービル2階		管理番号: 201706538 平成 30年 2月 4日	
会社名(氏名) 沖縄県建築設計サポートセンター		<div style="border: 1px solid red; padding: 2px; display: inline-block;">                     一般財団法人                      沖縄県建設                      技術センター                      理事長印                 </div>	
(一財)沖縄県建設技術センター理事長		[Redacted Signature]	
工事名	[Redacted]		
工事場所	[Redacted]		
試料採取先	[Redacted]	採取日	平成30年2月6日
試料採取者	沖縄県建築設計サポートセンター [Redacted]	TEL	098-879-1020
試料の種類	コンクリート粉		
試験者	(一財)沖縄県建設技術センター [Redacted]	試験日	平成30年2月13日
備考	試験結果%を容積あたり塩化物イオン濃度(Cl <sup>-</sup> ・kg/m <sup>3</sup> )に換算する換算式 $(2,350 \times \text{試験結果}(\%) \times 0.6066) / 100$ (ただし、コンクリートの重量を2,350kg/m <sup>3</sup> とする場合)		
試験項目	コンクリート中に含まれる 全塩分試験 (NaCl%)	試験方法 規格・基準	JCI-SC5 — 構造物経過年数
試料名		試験結果(%)	
コンクリート粉(ドリル法) A通り9 2階柱		① 0 ~ 25 mm	0.025
		② 25 ~ 50 mm	0.049
		③ 50 ~ 80 mm	0.032