# 躯体防水実態調查報告書

発行日:2018年5月31日

躯体防水実態調査委員会

# はじめに

アストン協会が本格的にコンクリート躯体の防水(以降、躯体防水という)に取り組み始めてから今年で16年になる。その間に施工した物件の中には施工後も長く防水性能を保持している、いわゆる品質の高いものと低いものが存在しているのは事実である。アストン協会は、その原因を探り今後の持続的な品質向上に資するため、躯体防水実態調査委員会を設置して大規模な調査を実施し、要因分析を行った。本報告書はその結果をまとめたものである。

コンクリートは非常に優れた建設材料であることは間違いないが、一方でいくつかの弱点も有している。弱点の一つは、ひび割れを完全には防げないことである。ひび割れはコンクリートの耐久性や耐水性に影響を及ぼすため、コンクリート構造物には必要に応じて防水工が施されるのが通例であり、一般には、コンクリートの表面を不透水性の膜で覆うメンブレン防水が用いられている。

これに対し、ひび割れおよび空隙を埋めることによりコンクリート自体の水密性や防水性を確保しようというタイプの防水は、躯体防水と呼ばれる。

躯体防水はメンブレン防水に比して次のような利点を有している。

- (1) 保護層あるいは防水層を有しないため、コンクリートの含水率を低下させるまでの工程が不要となり初期コストを低減することができる。また、防水層や保護層の荷重を軽減することができる。
- (2) 躯体防水工事を施した箇所の防水性能は、躯体コンクリートと同程度の耐久性を持ち、ライフサイクルコストの大幅な低減に貢献する。
- (3) 防水層で覆っていないため、躯体コンクリートの変状箇所が目視で確認でき、構造的な欠陥の部分 補修も可能になる。また、各種コンクリート用補修・補強工事が、メンブレン防水工の場合に必要な 保護層除去などの素地調整を施さないでそのまま適用可能である。
- (4) 防水性能がコンクリートのひび割れ深部を含む表層部の空隙を緻密化することによって達成されるため、水密性のみならず、各種劣化因子の侵入を長期にわたり抑制する。コンクリートの耐久性を向上させ、長寿命化に貢献する工法である。
- (5) 使用する材料はセメントの成分に近い無機の物質であり、有害物質を含んでいない。安全性が非常に高く、また不燃性で延焼しない。

このように優れた要素を有する躯体防水であるが、施工した被覆材で性能を付与することが出来るメンブレン防水工と比べ、躯体コンクリートそのものを防水体とするため、躯体品質が一定の水準以上でなければ効果が得られない。本書に示す各種の指針が今後の躯体防水の施工において、企画者、設計者および施工者に有益な資料となることを願うものである。

アストン協会会長 長瀧重義 (東京工業大学名誉教授)

# 躯体防水実態調査報告書

# 目 次

1.	躯体防水実態調査委員会		- 1
1	1.1 設置の経緯および目的		- 1
1	1.2 委員会の構成		- 1
2.	調査の概要		- 2
2	2.1 調査対象物件の概要		- 2
	2.1.1 構造		- 2
	2.1.2 使用材料		- 3
	2.1.3 調査対象とした躯体防	水工の作業範囲	- 4
2	2.2 調査期間		- 4
2	2.3 調査方法		- 4
	2.3.1 調査票、ヒアリングに。	よる調査	- 4
	2.3.2 現地調査		- 4
3.	結果と考察		- 5
3	3.1 統計的な調査結果		- 5
	3.1.1 施工年による評価点の	変化	- 5
	3.1.2 立ち合いの有無による	評価点の差	- 5
	3.1.3 屋上駐車場と中層階駐耳	車場の評価点の差	- 6
	3.1.4 防水工事の施工業者に。	よる評価点の差	- 7
	3.1.5 結果		- 7
3	3.2 コンクリート躯体の状態と		0
	3.2.1 配筋の位置とひび割れば	幅	- 8
	3.2.2 打継ぎ部の位置と形状		- 11
	3.2.3 その他、コンクリート	打設に関する注意点	- 13
4.	今後進めるべき品質向上策		- 14
4	4.1 設計基準に関わる問題		- 14
4	4.2 躯体防水の施工者の目指す。	べき方向	- 14
4	4.3 今後の技術的検討課題		- 14
5.	資料		- 15

# 1. 躯体防水実態調査委員会

## 1.1 設置の経緯および目的

アストン協会各社は、株式会社アストンが 1993 年に開発したコンクリート躯体防水材 CS-21 を用いて、駐車場、屋上、地下、水槽、橋梁等の躯体防水を施工してきた。2015 年 9 月時点の CS-21 を用いた 躯体防水工事の施工実績件数は、約 680 件 (120 万平米以上) である。

躯体防水工事は年々増加する傾向にあり、アストン協会は過去の施工物件を照査して今後の品質向上 と品質の安定に活用するため、躯体防水実態調査委員会に躯体防水の実態調査と今後の品質向上策の提 言を依頼した。

委員会の目的は以下のとおりである。

- ① 防水工事施工後の品質の実態調査
- ② 対象構造物の品質、施工条件等が防水品質に及ぼす影響の調査
- ③ 上記①および②の調査結果を踏まえた品質向上策の提言

# 1.2 委員会の構成

本委員会の構成は、以下のとおりである。

委員長 長瀧 重義 東京工業大学 名誉教授

主 查 今本 啓一 東京理科大学 教授

主 查 綾野 克紀 岡山大学 教授

委 員 益田 敦生 株式会社益田工務店

委 員 前田 卓哉 札幌ペック株式会社

委 員 福馬 慎二 株式会社シー・エム・エンジニアリング

委 員 栗田 英之 株式会社レスポンス

委員 金谷 勉 有限会社トムワークス

# 2. 調査の概要

### 2.1 調査対象物件の概要

今回の調査は物件数、施工面積共に多く、容易に追跡調査が可能な自走式立体駐車場で屋上駐車場および中層階駐車場の躯体防水を対象とした。そのイメージ図を**図ー2.1**に示す。

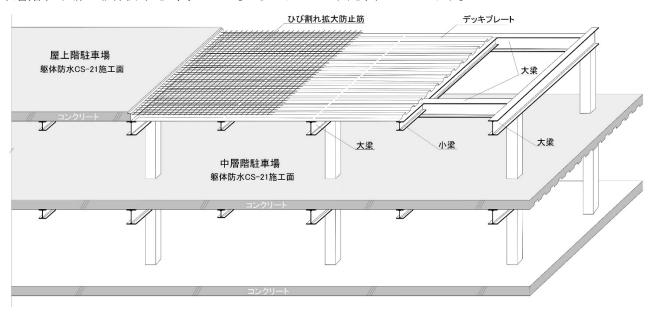


図-2.1 対象物件イメージ図

# 2.1.1 構造

調査対象とした構造は規模、用途により多少異なるが、スラブはデッキプレートとコンクリートとの合成スラブで、合成スラブ用デッキプレートに突起やリブを設けて両者を一体化させたものである。

構造図を図-2.2、施工仕様の範囲を表-2.1に示す。

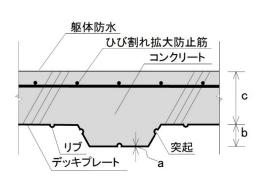


図-2.2 構造図

表-2.1 調査対象物件の仕様の範囲

デッキプレート	a(板厚): 1.2~1.6 mm
	b(山高さ) : 50~75 mm
ひび割れ	溶接金網 : φ6-150×150
拡大防止筋	φ 6–100×100
	鉄筋: D10-@200
	いずれかのシングル配筋
	補強筋 : D10-@200 L=梁幅+800以上
	かぶり厚さ : 30 mm以上
コンクリート	種類 : 普通ポルトランドセメント
	設計基準強度 : 21~24N/mm <sup>2</sup>
	c(山上厚さ): 80~120 mm
防水	躯体防水 (CS-21)

# 2.1.2 使用材料

調査対象の躯体防水には、表-2.2に示す材料が用いられている。

表-2.2 使用材料

材料名	躯体防水材 CS-21
メーカー	株式会社アストン
材料の分類	けい酸塩系躯体防水材
外観	無色透明·液体
主成分	ケイ酸ナトリウム
密度	1.24~1.28 (g/cm <sup>3</sup> )
pH 値	11.3~12.3

使用した CS-21 の試験結果を表-2.3 示す。

表-2.3 CS-21の試験結果

The state of the s					
項目	躯体防水で要求される内容	試験法と CS-21 の試験結果			
乾燥固形分量	コンクリートのひび割れを埋めるためには単位面積当たりの固形分量を確保することが重要で、設計塗布量と 乾燥固形分率により求める。	JSCE-K572 6.2 乾燥固形分率:31.5%(社内規格下限値) 設計塗布量 200g/㎡中の乾燥固形分量: 63g/㎡ 設計塗布量 300g/㎡中の乾燥固形分量: 94.5g/㎡			
再反応性	施工後新たに発生するひび割れも継続的に埋めるためには材料が再反応することが重要である。乾燥固化後再溶解試験および再反応試験により確認する。	JSCE-K572 6.3 乾燥固化した CS-21 は、可溶性および潮 解性を示し、再反応性を有している。			
中性化したコンクリートとの反応性	コンクリート中の水酸化カルシウム は空気と触れると速やかに中性化する。空隙やひび割れ内面も中性化が進むため、中性化したコンクリートと反応する材料が必要である。中性化したセメントペーストと材料の反応試験により確認する。	JSCE-K572 6.3 に準じた試験 中性化していないコンクリートに比べ、 緩やかではあるが中性化したコンクリ ートとの反応性が確認されている。			
微細なひび割れの 充填性	微細ひび割れを充填することにより コンクリート本来の水密性を確保す る必要がある。	JSCE-K572 6.11 ひび割れ部の止水効果およびひび割れ 部の透気量の減少効果などが確認され ている。			
ケイ酸質系塗布防 水材の品質規格	防水工事に使用する場合、建築工事標準仕様書 JASS8 に定められた試験に合格する必要がある。	JASS 8 M-301 (a) 透水係数が無塗布試験体の約 1/5 であり、品質規格(無塗布試験体の 1/3 以下) を満たしていることが確認されている。			

### 2.1.3 調査対象とした躯体防水工の作業範囲

良質な躯体防水のために防水施工者が為すべき作業は、設計の段階から施工後の維持管理にまで及ぶ。 各工程における作業の内容は以下のようである。

設 計・・・躯体が満たすべき条件を確保するための協議と確認

施 工 計 画 ・・・事前に施工計画についての協議と確認

躯体工の施工・・・コンクリート打設前工程の確認と作業への協力

コンクリート打設時の立会いと作業への協力

防水工の施工・・・躯体防水に精通した技術者(CS-21の場合、アストン協会認定の技士、技能士)の

管理のもとでの施工

維持管理・・・定期点検、異常時の対応

# 2.2 調査期間

調査は、2015年12月9日~2018年5月16日の期間に行った。

# 2.3 調査方法

調査の具体的な内容は、以下のとおりである。

# 2.3.1 調査票、ヒアリングによる調査

躯体防水を施工した会社、担当者に、現地調査、施工箇所の状況確認と調査票への記入を依頼した。対象物件について、可能な限りのヒアリングおよび関係資料等の閲覧、分析、集計を行った。

# 2.3.2 現地調査

まず、現地調査が可能な 152 物件について、防水施工者と株式会社アストンが現地調査を行った。その中から、品質評価および施工後の経過年数が一律にならないよう注意しながら、6 つの物件を委員会現地調査対象物件として選定した。

現地調査対象物件について、あらかじめ次の準備作業を行った。

- ・目視によるひび割れ展開図の作製
- ・鉄筋探査機による鉄筋位置の確認
- ・透気試験機によるコンクリート表層品質の確認

委員会現地調査は、以下の日程で実施した。

- ・2017年3月27日 広島市周辺の3箇所
- ・2017年8月9日 京都市内の3箇所

# 3. 結果と考察

# 3.1 統計的な調査結果

調査票は、防水施工者に追跡調査に基づく自己評価を依頼し、品質を以下の5段階で評価した。回答の得られた221物件を対象として分析を行った。

評価の点数は以下の通りとした。

- 5点 自慢できる物件
- 4点 ひび割れが自閉し評価が高い物件
- 3点 防水に問題が生じていない物件
- 2点 追加補修で対応済みの物件
- 1点 重大な瑕疵が発生した物件

### 3.1.1 施工年による評価点の変化

図-3.1は、施工年ごとの評価点の推移である。

年を追うごとに品質が向上していることがはっきり分かる。大きな要因として、躯体防水に適合する条件を順次整備した事、設計時に躯体条件を反映させ施工時の不備の低減に努力してきた事、また躯体施工者の認知と協力の拡大が挙げられる。

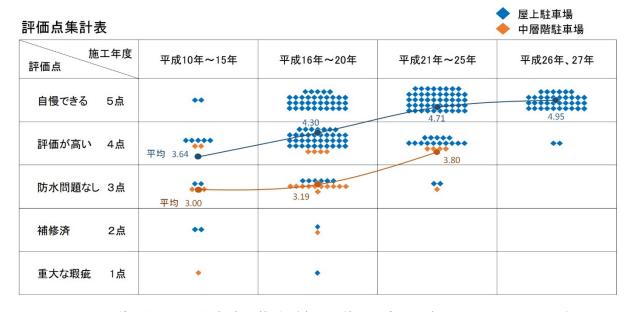


図-3.1 施工年による評価点の推移(◇が1件の工事に対応・・・後の図も同じ)

# 3.1.2 立ち会いの有無による評価点の差

図-3.2 は、防水施工者がコンクリート打設に立ち会っているか、否かによる評価点の違いを示す。立ち会いの有無で大きな差が見られる。この差は、防水工事の良否のみならず、躯体そのものの施工管理に左右されること、コンクリート打設時の立ち会いによる簡易な管理により躯体品質を改善できることを示唆している。

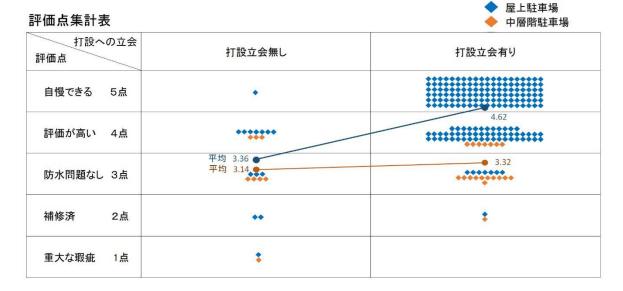


図-3.2 立ち会いの有無と評価点

# 3.1.3 屋上駐車場と中層階駐車場の評価点の差

図-3.3は、駐車場の屋上と中層階の別による評価点の違いを示す。

屋上は中層階と比較し評価点が高い。評価点の差は水分の供給環境の違いによるものと考えられる。屋上は常に雨が直接かかり水分の供給が多いが、中層階は横から吹き込む雨あるいは乗り入れる車により持ち込まれる雨や雪などで供給が少ない。

コンクリート表層部に含浸した CS-21 が、長期にわたり新たに発生するひび割れを埋めていくという 再反応性を有効に発揮するためには水の存在が重要である。したがって、躯体防水にとって直接の雨が かりは有利な条件になる。

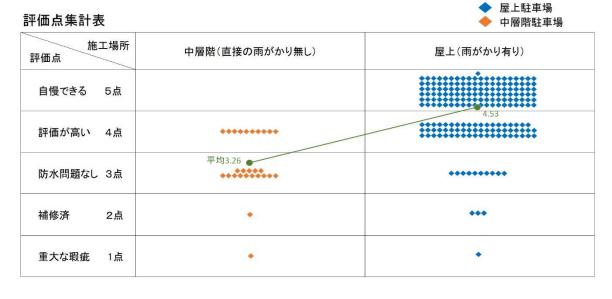


図-3.3 中層階と屋上の評価点

# 3.1.4 防水工事の施工業者による評価点の差

躯体防水を実施した業者は31社あるが、数社の防水施工者の実績が突出して多く、防水施工者による評価点差を見るにはデータ数が充分でなかった。

# 3.1.5 結果

調査票およびヒアリングの分析から得られた結果を以下に示す。

施工年による評価点の推移を見ると、アストン協会がデッキ合成スラブ躯体防水の適用条件(資料 1)を定めた平成21年以降の品質向上が目覚ましい。

また、躯体条件の事前打ち合わせやコンクリートの打設立ち会いが普及した平成 25 年以降は良好な品質が確保されている。

立ち会いの有無による評価点からも、品質を安定的に向上させるためには、設計者・元請業者・躯体施工者・防水施工者の事前打ち合わせと協力が重要である。

水分の供給が殆どなく、再反応が促進されない中層階の施工には注意が必要である。

### 3.2 コンクリート躯体の状態と防水品質

躯体防水の品質に大きな影響を及ぼすコンクリート躯体そのものの質を確保するために注意すべきことは数多くある。そのうち、配筋の位置とひび割れ幅、打継ぎ部の位置と形状について詳しく述べる。

### 3.2.1 配筋の位置とひび割れ幅

本委員会で最も重視された問題点が、ひび割れ拡大防止筋の沈下とひび割れ幅の関係である。

デッキ合成スラブ構造は日本建築学会の建築工事標準仕様書・同解説 5—JASS 5 2015 鉄筋コンクリート工事のスラブ配筋に基づき、鉄筋最小かぶり厚さ 30 mm以上、位置を固定するスペーサの数 1.3 個/m²以上などの規定に準じて施工されている。

鋼材腐食の面から、かぶり厚さが大きくなると耐久性は向上するとされている。一方、かぶり厚さが大きくなると鉄筋によるひび割れ幅抑制効果が低下してコンクリート表面のひび割れ幅は大きくなる。躯体防水の場合、表面ひび割れ幅の増加は美観(見た目)や防水性能の低下に大きく関わり、望ましくない。

図-3.4 (参考文献の図に加筆) は、ひび割れ部に樹脂を注入した試験体を切断して測定した結果を示している。この図では、かぶり厚さ:38 mmでひび割れ幅約 0.13 mmに対し、かぶり厚さ:75 mmでひび割れ幅約 0.29 mmとなっている。つまり、かぶり厚さが大きいと表面に幅の大きなひび割れが発生しやすい。このことは、躯体防水工事を実施したアストン協会会員の経験と一致する。

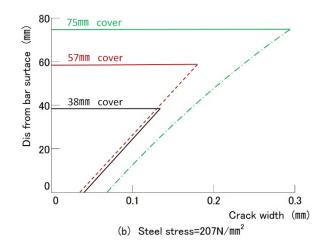


図-3.4 かぶり厚さとひび割れ幅の関係

# 参考文献

Beeby, A.W.: Corrosion of Reinforcing Steel in Concrete and its relation to Cracking, Concrete International, pp. 77-81, March. 1978.

当委員会の現地調査では、非破壊試験機を用いてかぶり厚さの測定を行った。その結果でも、深部は充填されているが表面が充填されていないひび割れ箇所のかぶり厚さは80mm以上、漏水事故の発生した箇所では100mm以上(デッキプレート付近までひび割れ拡大防止筋が沈下している状態)が確認されている。

# 躯体防水実態調査報告書

かぶり厚さが過大になる原因はいくつかある。例えば、**図**-3.5 に示すように、排水勾配を設けるためにコンクリート厚を増やすことによってかぶり厚さは増加する。ただ、この場合、表面のひび割れは目立つが防水効果としては深刻でないことが多い。

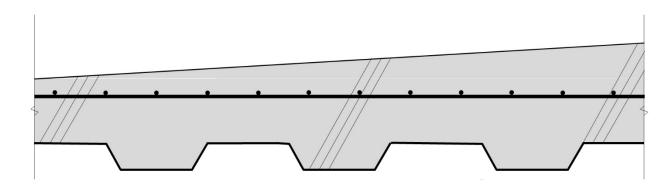


図-3.5 コンクリート厚変化で形成される排水勾配

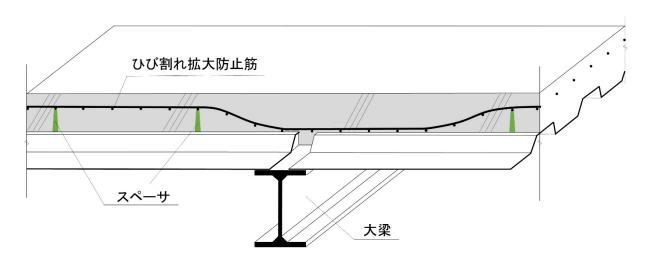
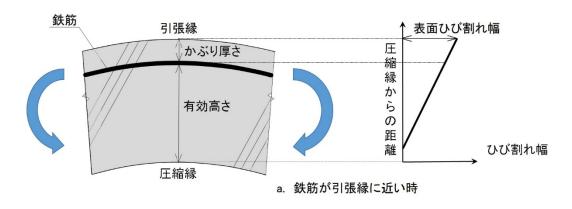


図-3.6 スペーサ間隔が広がる事に伴うひび割れ拡大防止筋の沈下

大きな問題が発生しやすいのは、**図**-3.6 に示すように、スペーサがコンクリート打設時に外れるなどの原因で間隔が広くなり、ひび割れ拡大防止筋が所定の位置よりも下がった時である。この場合、かぶり厚さが過大になると共に、上面部に水平方向の引張り応力が作用した時にひび割れ拡大防止筋が機能せず、コンクリートのひび割れ幅、ひび割れ深さが共に大きくなる。



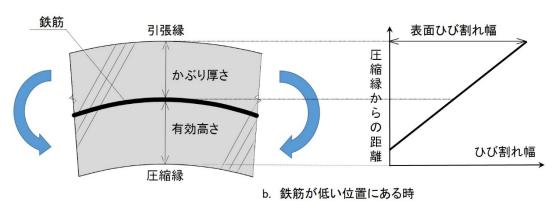


図-3.7 鉄筋の位置とひび割れ幅

鉄筋位置の移動が、ひび割れ幅とどう関わるかを定性的に示したのが**図ー3.7**である。同図 a は鉄筋が 引張り縁に近い場合、図 b は低い位置に移動した場合である。図 b では、鉄筋と圧縮縁までの高さ(有効高さ)が減少しているため、鉄筋の応力が大きくなり、鉄筋位置でのひび割れ幅が大きく、ひび割れ幅の増加率(グラフの傾き)も大きい。施工時に鉄筋あるいはひび割れ拡大防止筋が下がらないようにすることは極めて重要である。

ひび割れ拡大防止筋の沈下量を問題のないレベルに抑えるためには、充分な数のスペーサを配置し固定する必要がある。

アストン協会の施工経験によると、ひび割れ拡大防止筋の位置を確保するためにはスペーサ密度は $3\sim4$ 個/ $m^2$ 程度が望ましい。

また、コンクリート打設時に外れたスペーサを見つけて直すなど、打設現場におけるスペーサ設置の細かい管理が欠かせない。更に、コンクリートポンプの配管など、重い物を鉄筋の上に載せる場合は、板を敷く、あるいはブランコを用いるなどの対策が必要になる。

6 mmのメッシュ筋を使用すると、重ね継手は 3 枚重ねで 36 mmの厚さになる。メッシュ筋を使用した場合にかぶり厚さを均一にするには、重なり厚さに合わせた、高さの異なるスペーサの使用を検討する必要が生じる。

### 3.2.2 打継ぎ部の位置と形状

次に補修済み物件の書類調査や現地調査により重視された箇所は、打継ぎ部の位置と形状である。

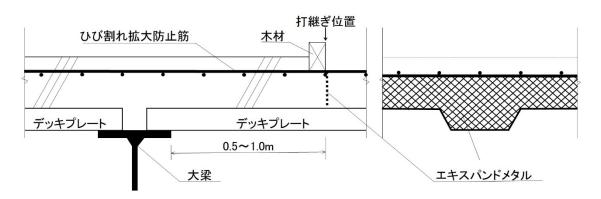


図-3.8 合成スラブ工業会の仕様による打継ぎ位置と形状

合成スラブ工業会の仕様では打継ぎ位置を **図**-3.8 のように定めており、これが標準的に使用されている。打継ぎ部のコンクリート止めは、コンクリートの鉛直方向、水平方向のせん断力の伝達を考慮し、エキスパンドメタルを用いるよう規定されている。

しかし、この打継ぎ位置では以下のような理由で、打継ぎ部の開きや漏水が発生しやすい。

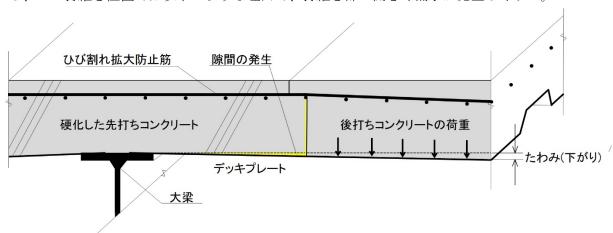


図-3.9 後打ちコンクリートの重量によるデッキプレートのたわみ

図-3.9 に示す図の左側のコンクリートを先行して打設し、それが硬化した後に打継ぎ部の右側のコンクリートを打設する。

梁の右側のデッキプレートは、新たに打設したコンクリートの重量や振動によってたわみ(下がり)を生じる。このたわみは条件によってはデッキプレートのスパン中央部で 1cm 弱にもなる。これにより黄色で示す隙間が発生し、デッキプレートとコンクリートの一体化が阻害される。

デッキプレートが下がるとひび割れ拡大防止筋も下がる。また、コンクリート止めに使用したエキスパンドメタルをそのままの状態で後打ちコンクリートを打ち込むと、空隙が発生しやすくなる。

経験に基づいてアストン協会がまとめた、打継ぎ部に関する以下の仕様は、品質向上に有効であると 考えられる。

- ① 打継ぎ工区割りの形状
- 可能な限り正方形に近い工区割りをする。正方形に近いほどひび割れが低減する。
- ② 打継ぎ位置
- 大梁の上で打継ぐ。

合成スラブ工業会の仕様に従って図-3.8 のように打ち継ぐことが一般的であるが、図-3.9 に示すような問題が生じるため、アストン協会では大梁の上(後打ちコンクリートの荷重によるデッキプレートのたわみの影響を受けない位置)で打継ぐことを推奨する。

- ③ 補強鉄筋
- ・打継ぎ補強筋を入れる。

打継ぎ部を補強し一体化する。(D10 @200 L=1,200 mm以上)

- ④ コンクリート止め型枠
- ・原則、櫛型枠またはエアーフェンスを使用して硬化後撤去する。エキスパンドメタルを使用した場合も 同様に撤去する。

エキスパンドメタルを撤去せずにコンクリートを打ち継ぐと空隙が出来、一体化が阻害されるから である。

- ⑤ 清掃
- ・打継ぎ面の清掃を行う。 型枠からこぼれたコンクリート等を除去、整形、清掃などを行い、一体化を促す。
- ⑥ 防水処理
- ・打継ぎ面に CS-21 を散布しコンクリートを打設する。 コンクリートを一体化させ、水密性を向上させる。
- ⑦ 以上をまとめて、図-3.10 が推奨される打継ぎ部のおさまり図である。

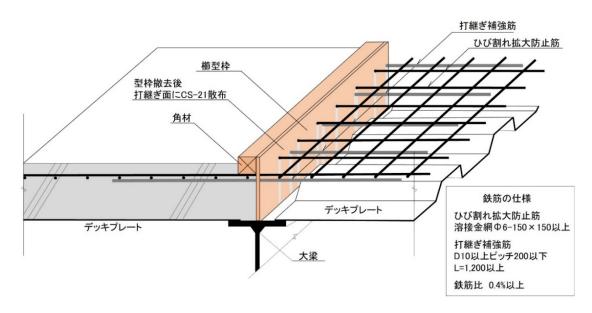


図-3.10 打継ぎ部の標準形

### 3.2.3 その他、コンクリート打設に関する注意点

当委員会の委員から以下に示すような、躯体防水の品質に悪影響を与えるコンクリート打設時の様々な問題が報告されている。多くはコンクリート打設時に当然守るべき基本的事項に反するものである。

この種の問題発生を防ぐため、元請業者との打ち合わせ時に、躯体防水の特性に加えて失敗事例も説明することや、コンクリート打設立ち会い時にもこれらを根気よく周知徹底する努力が必要である。

- ① 躯体防水では、躯体全体の一体化を目指すため、誘発目地を設けないことを原則とすべきである。
- ・メンブレン防水では打継部などにひび割れ誘発目地を作成し、シーリング材で防水性能を維持する場合があるが、誘発目地を作成すると、応力に伴う動きが目地部に集中して表面の角割れや漏水が発生しやすくなる。
- ② 躯体施工責任者に生コンの品質確保の協力を促し、打設立ち会い時も品質を確認、品質不良を確認した場合は、ただちに躯体施工責任者に報告し、回答を得る必要がある。
- ・生コンは骨材の岩種や産地あるいはスラグの混入などにより乾燥収縮ひび割れの発生の程度に差が生じる。打設立会時にコンクリートの状態を確認することで見る目を養うことも重要である。
- ③ 電気配線路は躯体の外に設置しなければならない。設計の段階で埋設の有無を確認し、ある場合は協議を行う。デッキ合成スラブに打設時の確認も重要である。
- ・電気配線路をひび割れ拡大防止筋の上に埋設する、数本まとめて埋設するなどの事例が報告されている。電気配線路の埋設はコンクリートの断面欠損となり、ひび割れ発生後も応力に伴う動きが集中し やすく事故が発生しやすい。
- ④ スロープや水勾配などの傾斜がある場合、傾斜の上側から下側に向かう打設は計画時に確認し阻止しなければならない。
- ・ポンプ車の設置場所や配管の都合で打設順序を定めている場合がある。傾斜の下側から上側に向かって打設しなければ締固めが充分できないだけでなく、打設したコンクリートの移動(ズレ)に伴うひび割れが発生する。
- ⑤ コンクリート打設後に余ったコンクリートは適切に処理する。
- ・コンクリートが余ったなどの理由で打継ぎ位置を移動する行為や、デッキプレートの溝の部分に余ったコンクリートを打ち込む行為などが報告されている。余ったコンクリートは撤去するなど適切に処理しなければならない。
- ⑥ 打継ぎ部の接合箇所は形状を確保し、清掃してからコンクリートを打設する。
- ・締固め不足のコンクリートや型枠(ラス型枠)を完全に撤去せず打ち継ぐと、一体化が阻害される。コンクリートは、形状を確保し、清掃したところに打設しなければならない。
- ⑦ コンクリートが所定の強度に達するまで、荷重を加えずに養生する。
- •打設の翌日に足場を組む、壁材などの荷物を載せるなどの行為が報告されている。強度の発生していないスラブに荷重をかけると構造的欠陥になる可能性が高くなる。

これらのコンクリート品質を維持する手段を広めることによって初めて、躯体防水は技術として成り立つ。

今後の品質向上に向けた施工手順の標準化などの努力が必要である。

# 4. 今後進めるべき品質向上策

#### 4.1 設計基準に関わる問題

合成スラブのコンクリートの品質も、(一社)日本建築学会の「鉄筋コンクリート造建築物の収縮ひび割れ制御設計・施工指針(案)・同解説、2006.2」に準拠するのが基本である。当指針の今後の改定に向けて、耐久性向上、美観上の向上を視野に入れた、ひび割れ幅制御の規定の見直しを要望していく。

規定の見直しには時間がかかる。品質の高いコンクリートスラブの実績を多く残すことによって、見直しの実現を早めることができるであろう。

# 4.2 躯体防水の施工者の目指すべき方向

躯体防水の品質には、躯体そのものの品質が極めて重要なファクターになる。防水施工者は、計画の段階から参加して躯体の品質確保に協力する必要がある。

施工管理は、アストン協会作成の「CS-21 躯体防水施工者の管理事項(**資料 2**)」にあるような項目で行うべきである。

躯体防水工事施工に関しては、アストン協会の有資格者(技士、技能士)のように工法に精通した人材を配置して、工事を適切に遂行しなければならない。

しかし、それだけでは充分でない。躯体の設計・施工から参加するためには、施主、設計者、躯体施工 者の信頼を得ることが絶対条件である。

幸い、これまでの努力によって相当の信頼を得られるようになってきた。しっかりした施工に加えて、 施工後も長期にわたるってパトロールによる品質確認を行うなどの責任感が信頼を得る元になっている。 今後ともこのような地道な努力が必要とされる。

設計、躯体施工の段階からの参加において、最も重要であり、かつ難しいのがコンクリート打設への立ち会いである。

打設を施工する業者の多くは、メンブレン防水の経験しかない。メンブレン防水の場合、自分たちがコンクリートを打設した後に防水業者が来て勝手に防水工事をやっていく、というパターンであった。

これが躯体防水になるとガラリと変わり、防水業者が打設現場に出てきて施工に口を出すのである。心 穏やかに済む筈がない。どんな業者も、それなりの経験と自分たちの仕事に対する誇りを持っている。

躯体防水の品質を確保するためには、このことを理解した上で、現場に立ち会い、品質向上のための対策を納得してもらう努力が要求される。

# 4.3 今後の技術的検討課題

課題は多くあるが、ひび割れ拡大防止筋の沈下を防ぐ対策、および打継ぎ部の不備を防ぐ対策がもっと も重要である。

そのために、安価で取り扱いが容易なスペーサの開発や、容易に施工できる打継ぎ部の型枠の改良が望まれる。

# 5 資料

資料 1 デッキ合成スラブ躯体防水の適用条件

資料 2 CS-21 躯体防水施工者の管理事項

資料 3 防水作業チェックリスト

資料 1 デッキ合成スラブ躯体防水の適用条件

<b>其</b> 件 1	ノッギョスペノノ狐冲的小り週刊。	<u> </u>
区分	想定される問題点	CS-21 躯体防水の必要条件
	初期強度発生の遅延および乾燥	使用するコンクリートは普通ポルトランドセメントを使
	収縮によるひび割れの発生	用し、面積が大きい(長辺 30m以上)場合、膨張材を使用す
		る事が望ましい。
++-161		
材料	ブリージングが多く、材料分離に	流動化剤を使用しない場合、スランプ15cm 以下、単位水
	よるひび割れおよび鉄筋下面の	量175kg/m³以下とする。
	空隙の発生	
	ひび割れの発生	スラブ構造体は積載荷重(動荷重を含む)に充分耐えるも
		のとする。
	ひび割れの進行および振動障害	床版のたわみ抑制のため、小梁のたわみを有効支間長の
	の発生	1/400 以下とする。(大梁のたわみは 1/300 以下が望まし
		い)
	拘束、たわみによるひび割れおよ	ひび割れ拡大防止筋は溶接金網 Φ6-150×150 以上とし、
	びコンクリートの強度不足、鉄筋	大梁および柱周りには D10 以上、ピッチ 200 以下の補強
	の配筋誤差の発生	筋を設置する。鉄筋比は0.4%以上が望ましい。
+# \ <i>\</i> +		かぶり厚さはスラブ上面から 30mm 以上とし、デッキプレ
構造		ート山上から鉄筋までの高さは 25mm 以上とする。
		配筋沈下防止のため、スペーサは3~4個/㎡とする。
	コンクリートの断面不足による	コンクリートの厚さは最小断面で 80mm(軽量コンクリート
	ひび割れの発生	の場合は 100mm)以上とする。
	電気配管によるコンクリートの	電気配線路の埋設は原則不可とし、他に配線の方法が採れ
	断面欠損	ぬ等、止むを得ない場合は、協議の上、部材の中央に単数
		で設置することとする。尚、「またぎ配線」は、最小限とす
		る。この場合、梁から 1m以上離した箇所に設置する。

# 躯体防水実態調査報告書

	ブリージング水およびモルタル 流出によるひび割れ、ポーラス部 および強度不足の発生	デッキプレートのジョイント部の隙間は、強固なテープで 目止めする。
	後埋め材の品質不良に伴うひび 割れおよび剥離の発生	排水ドレーンはコンクリートに直打込み型とし、ひび割れ 補強筋を設置する。
	排水不良による端部金物の錆び の発生	排水勾配を 1/100 以上設ける。床の端部のコンクリート仕上げ面は、15~20mm 程度立ち上げる。
	打継ぎ部のひび割れの助長およ び錆の発生	打継ぎ箇所は所定の形状と補強筋を確保し、コンクリート 止めは櫛型枠またはエアーフェンス等を用いる。エキスパ ンドメタルは原則不可とする。
施工(打設)	打継ぎ部のひび割れおよびコン クリート強度不足の発生	打継ぎ箇所は充分な清掃を行い、残コンは除去する。CS-21 塗布後にコンクリート打設を実施する。バイブレータによ る締固めを充分に行う。
	ひび割れおよびコンクリート表 層強度不足の発生	コンクリート表面は金ゴテ仕上げ(同時期の刷毛引き可)とし、ひび割れ誘発目地は設けない。
	勾配 (スロープ) 部の締固め不足 によるひび割れの発生	勾配 (スロープ) 部のコンクリート打設については、下から上への打設を厳守する。またスロープ部は真空コンクリート工法とする。
	異常凝結、収縮による亀甲状のひ び割れの発生	コンクリート打設後3日間以上は表面を湿潤状態に保ち、 急激な乾燥を防止する。(塗膜養生材は使用しない)
施工(養生)	衝撃変位によるひび割れの発生	所定の強度に達するまでは荷重をかけない。 車止めはコンクリート製品を使用し、ケミカルアンカーと エポキシ樹脂での接着が望ましい。ケミカルアンカーの深 さは有効スラブ厚の1/3以下とする。
	防水効果遅延の発生	防水効果を早期に発揮するため散水など湿潤養生を実施する。

<sup>※</sup> 打継ぎ、貫通部材の処理と全面塗布をあわせて躯体防水となる。

# 資料 2 CS-21 躯体防水施工者の管理事項

アストン技士および技能士は、コンクリート躯体の施工に立会い、下記の事項を実施する。

- ① 清掃、配筋、補強筋を確認し、打設時にひび割れ拡大防止筋が下がると判断される場合はスペーサを 増量する。
- ② 打継箇所の位置、形状、配筋、補強筋を確認し、不具合防止に協力する。
- ③ コンクリート止めやインサート金物、打込みドレーン、設備配管部にCS-21 散布を行う。
- ④ 打設計画を確認し、逆打ちによる締固め不良防止や振動低減処置に協力する。
- ⑤ 生コンクリートの品質を確認し、品質管理に協力する。
- ⑥ コンクリート打設時には、バイブレータによる締固めに協力する。
- ⑦ コンクリート打設後、3日間以上は湿潤状態を保つ。
- ⑧ 打設後2週間を初期経過観測期間とし、必要に応じて、湿潤養生を適時行う。

# 資料 3 駐車場防水作業チェックリスト

工事名: 作業責任者

項目	点 検 事 項	確認日	確認者	判定の良否
型枠検査	設計通りの寸法があるか	年 月 日		良・否
空件恢宜	目止めができているか	年 月 日		良・否
	設計どおりの配筋か	年 月 日		良・否
鉄筋検査	補強筋は適切に配置されているか	年 月 日		良・否
业人别/1英 直	かぶりは適切であるか	年 月 日		良・否
	スペーサの数・配置は適切か	年 月 日		良・否
コンクリート (材料)	設計書通りの品質であるか	年 月 日		良・否
コンクリート	打設箇所のスペーサ・かぶりコンク リートは確保されているか	年 月 日		良・否
(打設)	締固めは充分か	年 月 日		良・否
仕上げ	水勾配は大丈夫か	年 月 日		良・否
養生	コンクリートを3日間湿潤状態に保っ ているか	年 月 日		良・否
防水下地	コンクリート表面強度が発生してい るか	年 月 日		良・否
例	ひび割れの確認・処理	年 月 日		良・否
	表面の乾燥程度の確認	年 月 日		良・否
防水工	工程は守られているか	年 月 日		良・否
	塗布量は足りているか	年 月 日		良・否
	塗り斑はないか	年 月 日		良・否
	散水量は適切か	年 月 日		良・否

# アストン協会 事務局 株式会社アストン

岡山県岡山市北区矢坂本町 14-16 〒700-0075 TEL. 086-255-1511 FAX. 086-251-3270 http://www.cs21.jp