

配送センター施工における床クラック防止対策

The Crack Prevention Countermeasures of The Slab for Building on The Delivery Center

照井 貴夫* 庄子 好義*
 Takao Terui Yoshichika Shoji
 米谷 紀夫* 佃 政希*
 Norio Yoneya Masaki Tukuda

要 約

物流・配送センターや工場は、重量物を積んだフォークリフトやカゴ車、台車が上下動がなく走行でき、かつフォークリフトの走行に耐え得る強度を有する床の機能が要求される。運用された物流・配達センターでは、重量物の激しい走行が床を限りなく傷め、発生する粉塵は、保管および搬送される食品への品質保全に悪影響を及ぼす。また、当然床に発生したクラックや粗面に仕上がった床は、美観の観点およびその部分からの著しい床の損傷やフォークリフトの走行でタイヤが磨耗する。前述したように、コンクリートの床は、物流センターの運用において最重要視される部分であり、設計、施工にあたってはクラックの防止や表面仕上げをいかに美しく仕上げられるかが顧客要求品質のひとつと言える。本報は、物流・配送センターにおける床スラブのクラック防止および表面仕上げについて記載したものであり、今後施工される物流・配送センターなどの土間コンクリートスラブの施工において参考とされたい。

目 次

- § 1. はじめに
- § 2. 工事概要
- § 3. 施工前検討事項
- § 4. 施工
- § 5. 考察
- § 6. おわりに

§ 1. はじめに

近年、物流・配送センターの床仕上は無色透明、無臭の浸透性表面硬化剤（ダイヤモンドハード、シールハード、アシュフォードフォーミュラなど）が使われているが、これらはコンクリートに浸透、反応、結合して超硬質で、撥水性の床を形成し、耐薬品性に優れ、安価なことで好まれている。しかしながら、浸透性表面硬化剤は下地の仕上がりがそのままの形で表面に現れるため、下地コンクリートの仕上り状態から浸透性表面硬化剤施工までの養生管理がポイントとなる。

本報は（仮称）ジョイス・花巻新物流センター新築工事における土間スラブのコンクリート工事および表面仕

上げ工事の施工事例を基に、床のクラック防止および表面仕上げに対して検討をおこなったものである。

§ 2. 工事概要

工事名称：（仮称）ジョイス・花巻新物流センター新築工事

施工場所：岩手県花巻市空港南1-8

発注者：株式会社日本アクセス

設計監理：富士通株式会社 一級建築士事務所

施工：西松建設株式会社 東北支店

工期：2004年6月1日～2004年10月31日

用途：配送センター

構造規模：S造平屋 1部2F

敷地面積：6,7787.44m²

建築面積：14,463.95m²

延床面積：16,978.60m²

外部仕上：屋根 ガルバリウム鋼板ダブル折板葺

外壁 角波ガルバリウム鋼板

工事範囲：建築設備工事全般 外構工事

*東北（支）花巻建築（作）

§ 3. 施工前検討事項

3-1 コンクリートの調合計画

コンクリートのクラックを防止するためには、高性能 AE 減水剤を使用し、単位水量を少なくすることが効果的であるが、コストアップとなる。しかし、生コンプラントによっては、細骨材率を低くしてセメント量を抑える調合においては、高性能 AE 減水剤の分散効果が低くなるので注意が必要である。一方、スランプを低くして単位水量を少なくする方法や、さらに膨張剤・収縮低減剤を使用するなどの手法により、クラックを防止する対策はさまざまであるが、生コンプラントの技術力を考慮し、工事監理者と協議して決定する必要がある。

3-2 コンクリート打設

1日の打設面積は、土間左官工の能力・熟練度やその日の天候にもよるが、1工区の仕上げ数量は1500m²程度、1人当りの押え面積は130m²程度とし5時間以内に打設完了を目標とした数量を基準とする。

3-3 金鍍鏡面仕上げ

コンクリートの色や硬化時間等の品質を同じにするため、プラントは1社で納入することを基本とした。打設方向にコールドジョイントを出さない打設計画をし、騎乗式機械鍍の重量、搬入方法等を検討しておく。騎乗式機械鍍は極力軽量の物が良い。つまり、まだ固まらないコンクリートに荷重をかけすぎるとクラック誘発の恐れがある。

打設時は屋根、壁がある状態で行うと伴に、開口も光が入らないように養生する（壁が無い状態で打設するときはシート等で養生を行う）。若材令のコンクリートが日光の直射や急激な乾燥にさらされる場合、表面にひび割れが生じやすく（亀の甲状のひび割れ）、硬化速度にばらつきが生じ、色むらや騎乗式機械鍍のプロペラに傷がつきやすい。

3-4 誘発目地処理

誘発目地を切削する時期は、コンクリートの十分な強度が発現する前に行うが、早すぎると目地の角欠けが多く美観が悪く、遅すぎるとクラックのコントロールの効果が少なく施工時間もかかる。

目地の位置、形状、施工時期および目地注入剤などの工事は監理者と十分に協議しその結果を計画書に記載する。

フォークリフトの走行で目地の角欠けを嫌う顧客や、使用用途によりカッター目地を入れないケースがあるのでその場合は特にコンクリートの配合について監理者と協議しておく。

3-5 養生

コンクリートの硬化初期の段階では、十分な水分が与えられないと、セメントの水和反応に必要な水が不足して強度発現に支障をきたすため、JASS5によると、養生は湿潤養生とし期間は普通セメントで5日間、膨張材を使用した場合は7日以上（膨張反応には水の存在が必要であり、その反応は7日間以上継続する）が望ましいとされている。したがって、この期間を湿潤状態に保つには散水後ポリフィルムを敷き込む方法が効果的である。また、湿潤養生が終わると乾燥期間にはいるが、この期間中にスラブ上で作業する場合はいかに傷、汚れを少なくできるかが養生のポイントになる（湿潤養生期間はスラブ上での作業を極力避ける）。

3-6 浸透性表面硬化剤

乾燥期間が完了した後の工程として、浸透性表面硬化剤の施工を行う。この場合、コンクリート表面の乾燥が不十分であったりすると、浸透性表面硬化剤の浸透厚みが確保できなかったり、白華現象が起きたりするため、床表面の水分値は10%以下とする必要がある。

浸透性表面硬化剤は無色のため、床に付いた傷、汚れが仕上となって現れるので施工前に付いた傷汚れはほとんど消えないと認識し施工管理する（消す場合は削るしかない）。

§ 4. 施工

4-1 土間下地盤改良工事

本工事では土間コンクリートスラブ下の地盤改良がH=1400で、その内H=900が盛土の設計であった。コンクリートスラブのたわみや不動沈下を防止するためにも重要視し、当工事における土間配筋施工までの手順は以下の通りである。

- ①GL下の地盤改良 H=500
(外周地中梁の施工と並行して進む)
- ②外周地中梁施工後改良土の盛土地盤改良 H=900
(3層に分けて転圧)



写真-1 転圧機械の施工状況

- ③地盤面の不陸整正
- ④本体鉄骨建て方および屋根工事
- ⑤再度地盤面の不陸整正
- ⑥ポリフィルム敷き込み

①②共、転圧機械は独立基礎廻りを走るため小回りのきく大型振動ローラとした(写真-1参照)。

本体鉄骨建て方と屋根葺きが終了した工区から再度地盤面の不陸整正を行うのは、鉄骨建て方クレーンおよび高所作業車の走行や雨の影響で地盤表面が荒されているためであり、ポリフィルムは土間コンクリートスラブ内に不純物や地盤に含まれる水分が混入しコンクリートの品質を低下させないためにも有効である。

4-2 鉄筋工事

土間スラブ配筋要領は、上筋 D13-@200, 下筋 D10-@200 のダブル配筋で、上端筋のかぶりが 50mm 確保(床上に設置されるマテハン設備アンカーを考慮しているため)とのことだったが(図-1参照), スラブ下の地盤改良表面のレベル精度を上げて所定のかぶりを完全に確保するのが困難であるため、監理者の承諾を得てスペーサーを D13 により加工したものを使用した。

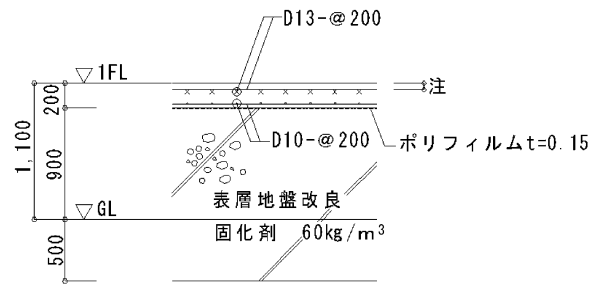
従来の塩ビ製コシカケやサイコロを使用した場合は、表土へのくい込みを防ぐ敷鉄板が必要となり、施工中やコンクリート打設時に転倒や破損の恐れがあるが、このスペーサーのメリットは、地盤へのくい込みが無く、上下配筋とスペーサーを結束することができるため、より安定したスラブ配筋を構成し、かぶりが確保されない箇所はこのスペーサーをハッカーにて変形させることにより微調整が可能である。配筋が完了した工区は 3m 程度の間隔にレベル棒を打込み、天端レベル設定後、鉄筋工によりかぶりの微調整を行った。

4-3 打継ぎ部に関する事項

本工事の土間スラブの総面積は約 8,500m² であり、図-2 に示すように工区分けを行った。打継ぎ位置は、各工区とも通り芯(柱芯)とし、あらかじめ通り芯に合わせて配筋しコンクリート止ラス網を取付けておく(コンクリート止ラス網は既製品の物で鉄筋工による責任施工とした)。さらにその両サイドに D13 で加工したスペーサーを 1m 間隔に設置し、配筋のレベル微調整が終わった後で図-3 の要領にて打継ぎ部のアングル L-35×35×4 垂鉛メッキを打込んだ。

L90 アングルは次の工区のコンクリートを打設する前に撤去し転用する。

L90 アングルは L35 アングルを通り良く設置するため、柱間で通し材とし、翌日撤去の場合、L35 アングルに振動を与えないよう慎重に撤去する。L35 アングルのアンカーピッチは 500 程度としたが、多めに入れたほうが外れにくい。コンクリート打設前に L35 アングルの天端に養生テープを貼り、コンクリートノロの付着を防



注)・上端筋のかぶり50mm確保(マテハンアンカー長さ考慮)

図-1 土間コンクリートスラブ配筋詳細図

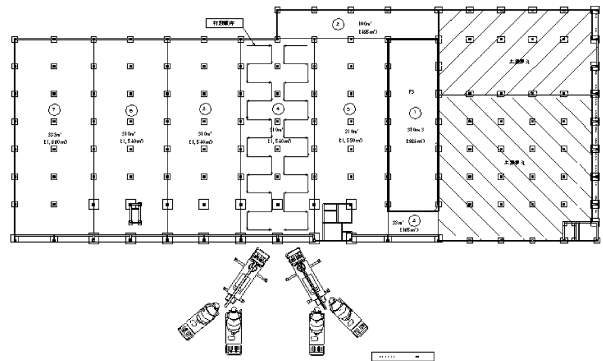


図-2 工区分け

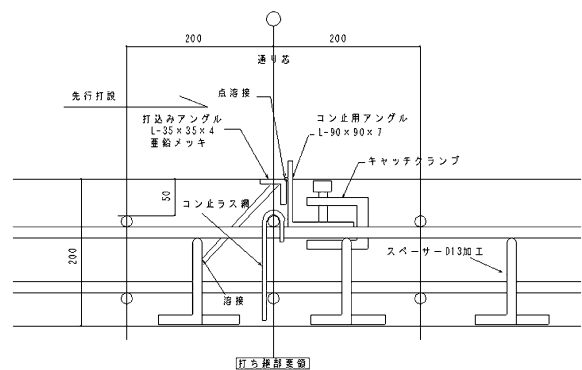


図-3 打継ぎ部打込みアングル取付要領

いでおく。入隅、出隅に打込む場合はあらかじめ止め加工されたアングルを用意しておくとし上りが良い。

4-4 コンクリート工事

(1) 流動化コンクリート

本工事での土間コンクリート配合の仕様は、

- ①コンクリート Fc=18N/mm²
- ②スランプ 18cm
- ③単位セメント量 280kg/m³ 以上
- ④単位水量 175kg/m³ 以下
- ⑤水セメント比 60% 以下

上記指定事項を基に配合計画をすると、今回のプラントでは細骨材に川砂と砕砂を使用していることもあり、AE 減水剤の使用では所定のスランプを確保するのが困難であった。そこで、高性能 AE 減水剤の使用を検討し



写真-2 配管状況



写真-3 先送りモルタルの回収状況



写真-4 コンクリートの天端レベル確認状況



写真-5 タッピングおよびレベルの再測定状況

たが、コストアップとなり、低強度配合の場合は、セメント量が抑えられているため、高性能 AE 減水剤の分散効果が低く、分離の可能性が高いという懸念があった。さらに真夏のコンクリート打設とあって所要のワーカビリティを保ち、機械鏝による鏡面仕上が困難であるという見解に至り、流動化剤を添加した流動化コンクリートとし、所定のスランプを確保することとした。

コンクリートの品質のばらつきをなくすため、プラントは1社で施工し、骨材による色むらがでないように採取場でロット管理を行った。

(2) コンクリート数量と打設要員

コンクリートの数量は工区ごとに 310m³、鏡面仕上げ面積を 1,540m² とした、ポンプ車は 2 台打ちで 1 台につき生コン車を 2 台付けとし、打設所要時間を 5 時間を目標にする (ポンプ 1 台 30m³~35m³/時間)。1 台のポンプ車は巾 12m、長さ 64m の範囲を受け持ち打設を行う。

打設要員はポンプ車 1 台ずつのチームを編成し、1 チームごと左官工 7 人、ポンプ圧送工 2 人、コンクリート工 5 人の合計 14 人チームで 1 チームとした。ただし、夏場のコンクリート打設の場合、打設後半には前半部分のコンクリートが締め、押え工程に入るため、左官工は最低 2 人多くなる。

(3) コンクリート打設

コンクリートの打設は、以下のことを考慮して行った。

- ①ポンプ車の配管は、配筋を乱さないように支持具を使用して配管を支持する (写真-2 参照)。
- ②打設前の散水や水洗いは、コンクリートの単位水量を増やし、ひび割れ、色むらの原因となるため行わない。ポリフィルム上に水分がある場合はスポンジ等で取り除く。
- ③先送りモルタルをコンクリートに混入すると鏡面仕上げにムラがでるのでネコ受けして屋外に廃棄する (写真-3 参照)。
- ④コールドジョイントを作らないように 2 台のポンプ車は同じ速度でバイブレーターをかけながら打設していく。
- ⑤コンクリート天端測定はオートレベルを使用する。なお、レーザーレベルはオートレベルより精度が落ちるため、補助的に使用するものとした (写真-4 参照)。
- ⑥荒均し後はタンパーにてタッピングを行う。タッピングは骨材や鉄筋の下に溜まった空気や水を強制的に外部に出して骨材を沈めるのが目的とした。
- ⑦タッピング後に再度レベルを測定し、不良箇所はこの時点で修正しておく (写真-5 参照)。
- ⑧網下駄で上げられる程度まで硬化したらモスキートローウェルにて円盤ずりを行い、ノロ出しを行うが、



写真-6 浮き水の除去状況



写真-7 円盤ずりによるノロ出し状況



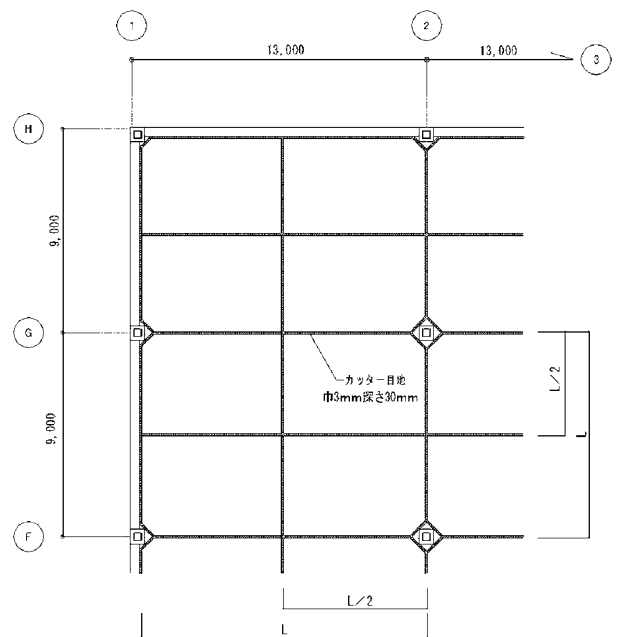
写真-8 騎乗式機械鋺による施工状況

コンクリート表面に浮き水が多い場合はゴムレーキ等で除去を行う。浮き水を取らないとコンクリートの硬化速度や表面の色にムラが出る（写真-6および写真-7）。

- ⑨円盤ずりによるノロ出し作業後、騎乗式機械鋺にて押え工程に移る。モスキートローウエルの鋺波が消えるまで行うが、この時点では騎乗式機械鋺のプロペラ鋺跡が付く（写真-8参照）。
- ⑩さらにコンクリート硬化に合わせて、騎乗式機械鋺で鋺跡が残らないよう鏡面になるまで繰り返し押える。表面の硬化に合わせてプロペラ鋺の角度を調整できるが、コンクリートの硬化にばらつきがあると仕上がりが悪い。ピンホールは見逃さずノロで埋める。
- ⑪鋺跡が無く、プロペラ鋺の傷も無く、色ムラも無く、鏡のような面精度に仕上ることができた。

(4) 誘発目地

翌日施工するカッターによる誘発目地の留意点は目地の角欠けを極力無くすことである。コンクリートが柔らかすぎる場合は数時間待ってカッターを入れる。気温や湿度の影響でその都度硬化速度にばらつきがあるため、状況に応じて対応する。なお、カッター目地完了後ただちに湿潤養生に入る（図-4参照）。



カッター切りは乾式工法とし、打設後48時間内に施工する

図-4 誘発目地の要領

4-5 養生

まず全体にまんべんなく散水し、追いかけてポリフィルムを敷き詰める。この時散水用ホースを引きずるとホースのジョイント金具等によりコンクリート表面に傷が付くので金具等は養生する。

ポリフィルムの上からゴムレーキで空気を抜くように水を引き伸ばし、コンクリート表面に密着させる。この要領でシートの中に空気が入らない状態を維持し、直射日光を当てないようにする。湿潤養生期間中に水が無くなれば随時追加する。

湿潤養生期間が終わった工区はポリフィルムを撤去処分し、乾燥期間に入る。

乾燥期間中にスラブ上で高所作業車やフォークリフトの走行に対する養生は、金具の付いていないブルーシートを敷き込みその上に厚み5.5mmのベニヤ敷きとした。作業車およびフォークリフト共、白タイヤ仕様とし、キャタピラはベニヤを引きずるため使用禁止とした。な



写真-9 浸透性表面硬化剤の施工状況



写真-10 竣工時の状況

お、高所作業車およびフォークリフトの使用はコンクリート強度が設計基準強度の80%以上に達してからとした。

作業エリアをその都度養生しなければならないがベニヤを乗せたままブルーシートを引きずると細かい傷が付くので養生の移動方法は徹底させる。

4-6 浸透性表面硬化剤

浸透性表面硬化剤塗布は床表面の含水率が10%以下であることを確認し施工に入るが、無色透明の材料のためコンクリート表面に付いた傷や汚れがそのまま現れるので浸透性表面硬化剤塗布前まで以下の物は消せないのので付着には注意する(写真-9参照)。

①墨、マジックインク、②養生ベニヤの灰汁、③ペンキ、④オイル、バッテリー液、⑤耐火被覆材

浸透性表面硬化剤塗布後、誘発目地に目地材の充填を行うが、本工事では、無臭、速乾、耐薬品および耐候性のある充填材を採用した。

目地材充填後、コンクリートの床は竣工前に水洗い清掃をすることにより光沢のある床を提供することができた(写真-10参照)。

§ 5. 考 察

竣工後の床コンクリートの経時変化をみると、多少の

乾燥収縮クラックが確認されたものの、最小限に押えることができ、乾燥収縮クラックの原因を検討すると、コンクリートの配合にあると思われる。東北支店での配送センター施工実績から土間コンクリートの配合計画は下記仕様が理想と判断される。

- ①単位水量 160kg/m³ 台
- ②単位セメント量 300kg/m³ 以上
- ③水セメント比 50% 未満
- ④スランブ 12cm~15cm

上記配合計画での留意点は、混和剤については高性能AE減水剤の使用は効果的ではあるが、AE減水剤の標準型と促進型の併用も検討する。空気量は3.0~4.0%と低めが良いがスランブや空気量が低い場合ワーカビリティが悪くなるので圧送配管径を5インチとした計画も必要となる場合もある。

§ 6. おわりに

当工事は、厳しい工期のなかで試行錯誤し施主要求事項を満足する建物を作り上げることができたものと自負している。これらの技術は今後受注が増えるであろう(大型)物流センターの設計、積算、施工計画および原価管理の参考とされたい。