

施工 Q-09

ひび割れ拡大防止

乾燥収縮

補強筋

デッキ合成スラブのひび割れ拡大防止について、留意点を教えてください。

施工 A-09

ひび割れ拡大防止の留意点と合成スラブのひび割れの原因を以下に記します。

1. 設計上の留意点

- 1) 小梁の剛性を大きくする。
- 2) ひび割れ拡大防止のための補強筋を設ける。
- 3) スパンとスラブ厚の比を小さくする。配筋量を大きくする。
- 4) デッキプレートは各溝で梁に接合する。

2. 施工上の留意点

- 1) 水セメント比の小さいコンクリートを用いる。
- 2) 溶接金網の位置を確保する。
- 3) 打設後のコンクリート養生を適切に行う。

3. 合成スラブのひび割れ原因

注) ○印デッキプレート床特有の原因

分類	ひび割れの原因	備考
A. 設計	1. 鉄筋量不足 ②. コンクリート厚さ不足（デッキプレート山上部） 3. 小梁等、梁の剛性不足 4. 床スラブのスパン過大 5. 床スラブ面積過大 6. 補強筋不足（柱廻り、大梁上等） 7. 細部設計不備（開口部、埋設物廻り補強等） 8. 大断面S梁時の配慮不足	
B. 材料 ・セメント ・骨材 ・コンクリート ・デッキプレート	1. セメント不良（異常凝結、膨張等） 2. 骨材不良（低品質、反応性骨材、泥分等） 3. 調合不適（水セメント比大、セメント量大） 4. 乾燥収縮 5. コンクリートの沈み、フリージング ⑥. デッキプレート特有の凹凸形状 ⑦. コンクリートの余剰水が抜けない	
C. 施工 ・コンクリート ・鉄筋 ・デッキプレート	1. 長時間の練りませ 2. ポンプ圧送時の水増し 3. 締固め不足 4. 不適当な打継ぎ 5. 初期養生中の急激な乾燥 6. 硬化前の振動や载荷 7. 初期凍害 8. 施工不良（乱れ、位置、継手不良等） ⑨. コンクリート打込み時、既打込みデッキプレート部分への振動 ⑩. サイドジョイント不良（幅方向の変形差） ⑪. デッキプレート支保工の不良（沈下、養生期間等） ⑫. デッキプレート木口、継手からのノロ、水漏れ	
D. 環境	1. 温度変化（養生時、完成後の屋上階床） ②. デッキプレート下面の冷込み	
E. 荷重	1. オーバーロード 2. 特殊荷重（集中、繰り返し荷重等）	

設計上の留意点

1)小梁の剛性を大きくする

小梁の剛性が小さく、大梁との剛性の差が大きい
⇒スラブ変形による曲げ引張力が生じ大梁上や柱廻りにひび割れが発生

2)ひび割れ拡大防止のための補強筋を設ける

大梁上、柱廻りに**適切な補強筋を設ける**ことが望ましい(図-1,図-2参照)

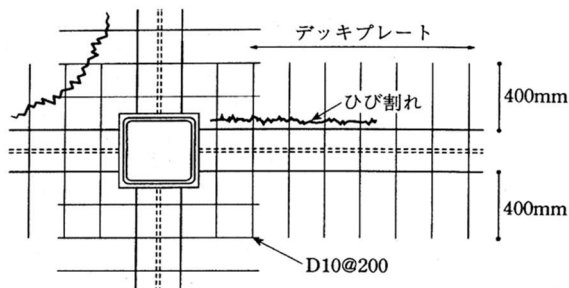


図-1 大梁上の割増配筋例

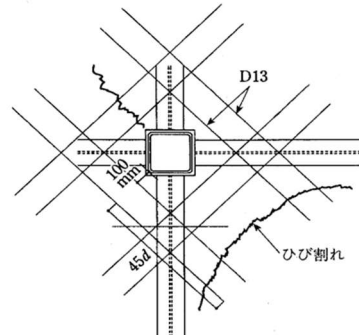


図-2 柱廻りの割増配筋例

3)スパンとスラブ厚の比を小さくする。配筋量を大きくする

- ・合成スラブの**コンクリート厚**規定は デッキプレート山上50mm以上
⇒デッキプレート山上から**80~100mmと厚くする**
- ・合成スラブの**配筋量**規定は 0.2%以上
⇒**可能な限り大きくする**

4)デッキプレートは各溝で梁に接合する

- ・デッキプレートは薄鋼板の成形品のため**変形しやすい**
 - ・デッキプレート 1枚に 1ヶ所程度の溶接では、コンクリート打設時等にデッキプレートの断面形状が保たれ難い
- ⇒**コンクリートのひび割れの原因**

【対策】

- * 焼抜き栓溶接: **デッキプレート各溝全てに溶接**する
- * 頭付きスタッド: **デッキプレート各溝全て**をアークスポット溶接で**支持梁に接合**することが望ましい

施工上の留意点

1)水セメント比の小さいコンクリートを用いる

- ・コンクリートは原理的には乾燥収縮を防ぐことは出来ない
⇒乾燥収縮によるある程度のひび割れ発生は起こり得る
- ・しかし、床スラブの乾燥収縮ひび割れは、コンクリートの配合水量を減らし硬練りのコンクリートとすることで抑制できると言われている
- ・下記に推奨コンクリート配合（床用）を示す
単位水量 175 ℓ / m³以下
ベースコンクリートスランプ10cm スランプ15cm
高性能 A E 減水剤 添加

2)溶接金網の位置を確保する

- ・ひび割れ発生箇所の調査結果
溶接金網の高さが所定の位置よりも著しく深くなっている場合
⇒ひび割れ発生が多い傾向が確認されている
- ・溶接金網
ひび割れ拡大防止のために配する
鉄筋の発錆も考慮し所定のかぶり厚さ(≒30mm)を確保しつつ
⇒可能な限りコンクリート表面に近い位置に取り付ける
- ・下記に溶接金網保持用スペーサーの要点を示す
かぶり厚さと溶接金網径・ピッチを考慮し適切なサイズを選択
施工時、コン打設時に移動しない適切な形状・強度の製品を使用
可能な限り密なピッチで配置し溶接金網の変形を抑制

3)打設後のコンクリート養生を適切に行う

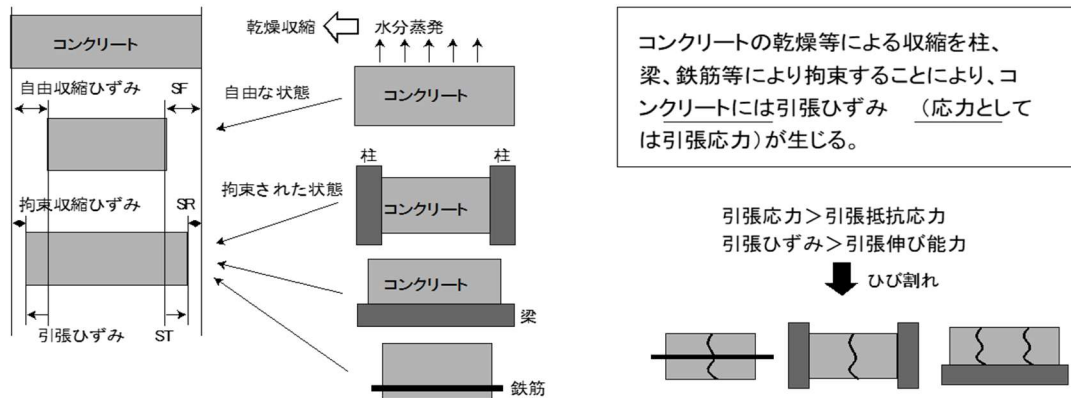
- ・コンクリート打込み後初期は湿潤養生を行ない十分な養生期間を設ける
コンクリートは28日強度を前提に設計(負曲げモーメント検討も同様)
打込み後3、4日の強度発現は30%程度(冬季はもっと低い)
⇒打込み後 1 週間から 1 ヶ月以内でのひび割れ発生が多い
- ・コン打設後4～7日間はスラブに振動や荷重を加えない
デッキ合成スラブの床は、コン打設直後でも綺麗で強固に見え、かつ、作業荷重程度は支持できてしまうため打設翌日から作業開始してしまう
⇒乾燥収縮ひび割れの拡大や構造ひび割れを発生させる原因
- ・* コン打設後初期の急激な乾燥収縮防止、ひび割れ発生・拡大の防止
⇒散水や養生シート等を用いて湿潤養生、かつ、立ち入り禁止措置を実施

«参考資料 1»ひび割れ抑制対策の施工事例（膨張コンクリートの適用）

コンクリートの乾燥収縮

<乾燥収縮によるひび割れのメカニズム>

- ・普通コンクリート： $500 \sim 800 \times 10^{-6}$ 程度のひずみ(材齢 1 日を基準)
※800マイクロ=1mのコンクリートが0.8mm縮む
- ・挙動の異なる鉄骨梁や柱で**コンクリートの動きを拘束**することにより、
コンクリートに**大きな引張応力が発生**



膨張コンクリートの適用

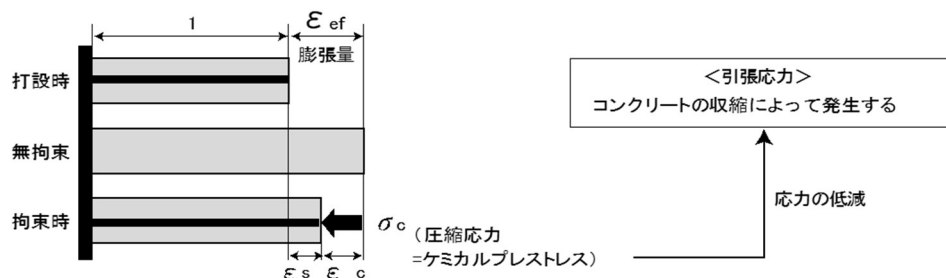
<乾燥収縮によるひび割れ制御対策>

<膨張コンクリートとは>

膨張材の定義：「セメントおよび水とともに練混ぜた場合、水和反応によってエトリンガイトまたは水酸化カルシウムなどを生成し、**コンクリートを膨張させる作用のある混和材料**」（JIS A 6202「コンクリート用膨張材」1980）

<膨張材によるひび割れ低減効果>

- ・圧縮応力の導入→引張応力の相殺・低減
- ・コンクリート収縮率を無拘束収縮率の限界値(ひび割れ発生限界)以下に
⇒**乾燥収縮による縮みを強制的な膨張によりキャンセル＝ひび割れ抑制**



膨張コンクリートの適用

＜膨張コンクリートと普通コンクリートのひび割れ比較試験＞

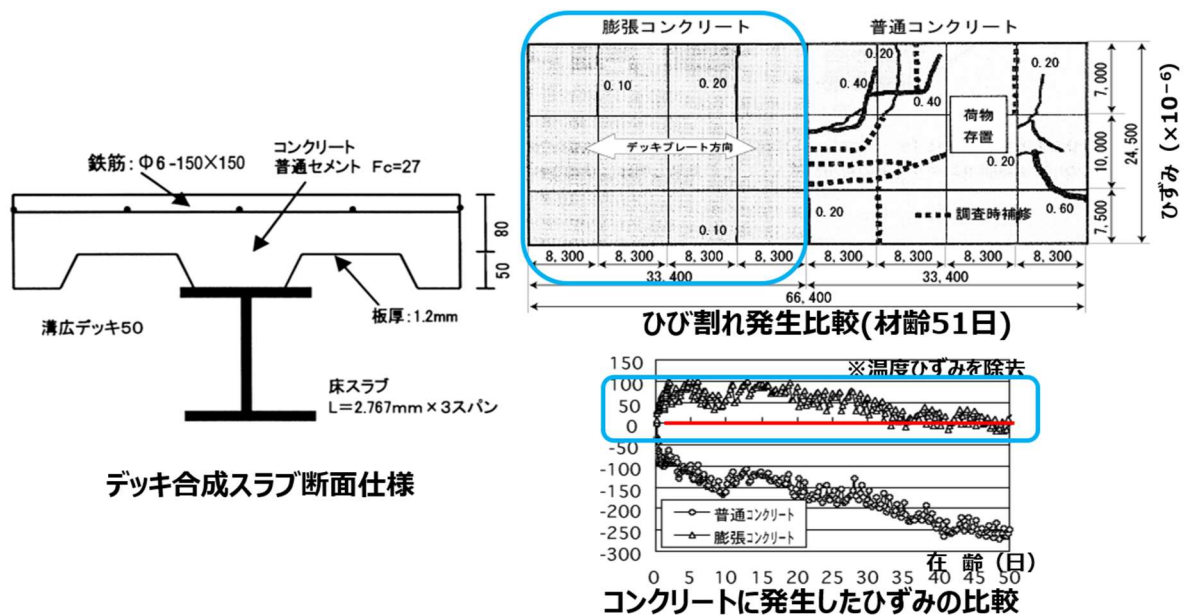
実際の施工現場の同一条件下で

- ・普通コンクリートと膨張コンクリートのひび割れ発生状況の比較
- ・コンクリートの挙動比較による効果の定量評価



膨張コンクリートの適用

＜膨張コンクリートと普通コンクリートのひび割れ比較試験＞



「参考資料 2」ひび割れの発生したデッキ合成スラブの構造上、使用上の評価

構造上の評価

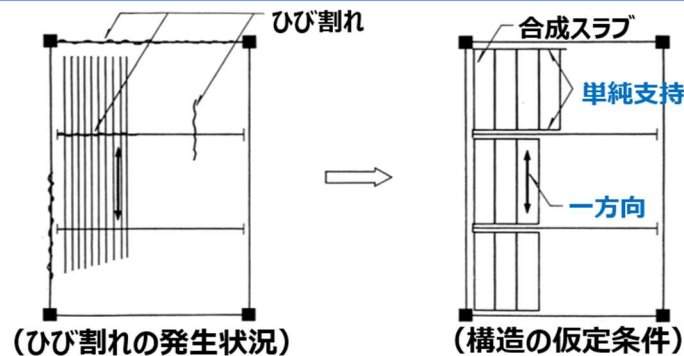
＜合成スラブの構造特性とひび割れ発生後の安全性＞

＜鉛直荷重に対する合成スラブの設計＞

- ・強辺方向の**一方向性スラブ**とし、支持縁の実状に依らず**単純支持**とする
- ・梁上やデッキ幅方向にひび割れが発生しても**構造設計の仮定条件と同じ**
⇒**耐力上の弱点にはならない**

＜水平荷重に対する合成スラブの設計＞

- ・ひび割れ発生後は**初期剛性は低下**するが**終局耐力はあまり低下しない**
- ・床の面内剪断耐力があまり要求されない建物(均等ラーメン構造等)では
⇒**構造安全上の問題はない**



使用上の評価

＜鉄筋コンクリートスラブとデッキ合成スラブの違い＞

＜鉄筋コンクリート造スラブの場合＞

- ・鉄筋コンクリートスラブと梁との接合部は**固定端として設計**する
- ・梁近辺にひび割れが発生した場合
スラブに**過大なたわみ**が生じる
剛性が低下して振動数が大幅に減少する(**揺れやすくなる**)
⇒**使用上問題になる**

＜デッキ合成スラブの場合＞

- ・デッキ合成スラブは使用の実状に依らず**単純支持で設計**する
- ・**梁近傍にひび割れが発生＝単純支持**
たわみ量は**設計上の仮定通り**
剛性低下により振動特性が設計に対して**危険側になることはない**
⇒**使用上の問題になることは少ない**