

技術資料

合成スラブのひび割れ対策
～ “ひび割れ” に強い「ハイパーデッキ」～

日鉄建材株式会社

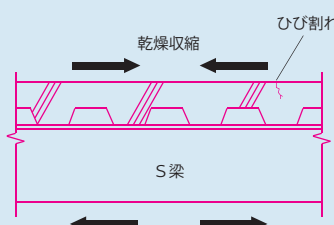
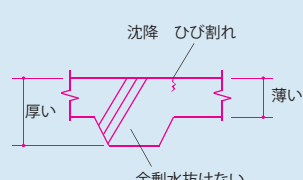
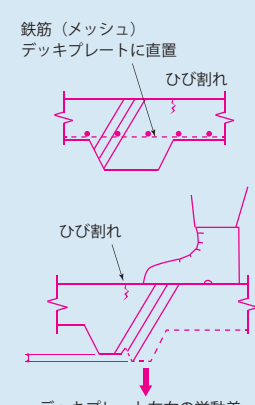
<http://www.ns-kenzai.co.jp>

はじめに

物流倉庫や駐車場の床スラブは、最終仕上げを“表わし”や“塗床”とすることが多く、このため“ひび割れ”の発生をいかに抑制するかが設計上の重要なポイントのひとつとなっています。

本技術資料は、経済性に優れた床工法である合成スラブ用デッキプレートの中でも、ひび割れに強い「ハイパーデッキ」を中心に、ひび割れ発生原因と設計および施工上の対策についてご紹介いたします。是非ご活用ください。

床スラブに生じるひび割れの主な要因

分類	ひび割れの原因	備考
設計	- 鉄筋量不足 - コンクリート厚さ不足（デッキ山上部） - 小梁等、梁の剛性不足 - スラブのスパン拡大 - スラブ面積拡大 - 補強筋不足（柱廻り、大梁上等） - 細部設計不備（開口部、埋設物廻り補強等） - 大断面S梁時の配慮不足	
材料	- セメント不良（異常凝結、膨張等） - 骨材不良（低品質、反応性骨材、泥分等） - 調合不適（水セメント比大、セメント量大） - 乾燥収縮 - コンクリートの沈み、フリージング - デッキプレート特有の凹凸形状 - コンクリートの余剰水が抜けない	
施工	- 長時間の練り混ぜ - ポンプ圧送時の水増し - 締固め不足 - 不適当な打ち継ぎ - 初期養生中の急激な乾燥 - 硬化前の振動や載荷 - 初期凍害 - 施工不良（乱れ、位置、継手不良等） - 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 - サイドジョイント不良（幅方向の変形差） - デッキプレート支保工の不良（沈下、養生期間等）	
環境	- 温度変化（養生時、完成後の屋上階床） - デッキプレート下面の冷込み	
荷重	- オーバーロード - 特殊荷重（集中、繰り返し荷重等）	

高い断面剛性で施工時の初期ひび割れを抑制！

合成スラブは、コンクリート硬化後、デッキプレートとコンクリートが一体化し曲げに抵抗する合成構造となりますが、コンクリート打設時はデッキプレート単体の断面剛性のみで荷重を支えます。

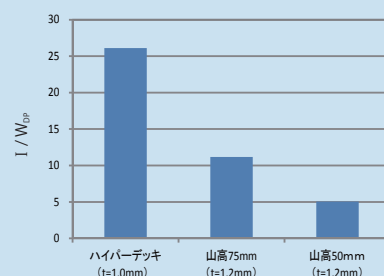
支保工を必要としないデッキプレートを用いた床工法におけるひび割れ発生の要因のひとつとして、コンクリート打設間もない若材齢時に振動や、荷重による引張応力が作用することによって発生した初期ひび割れが、その後進展して幅の大きな(=目立つ)ひび割れに拡大することが指摘されています。この初期ひび割れの発生を抑えるためにはデッキプレートの断面剛性が重要な要素のひとつとなってきます。

ハイパーデッキは、山高 120mm の高い断面剛性を有し、施工時の初期ひび割れを抑えることで完成後のひび割れ抑制効果が期待できます。



	断面 2 次モーメント (cm^4/m)	m^2 当質量 (kg/m^2)
ハイパーデッキ $t=1.0\text{mm}$	376	14.4
山高 75mm $t=1.2\text{mm}$	162	14.5
山高 50mm $t=1.2\text{mm}$	67.9	13.4

単位質量当たりの断面 2 次モーメントの比較



	ハイパーデッキ	従来デッキ合成スラブ	
		山高 75mm	山高 50mm
断面			
施工時 たわみ*	3.72mm	7.99mm	7.04mm
梁伏図			
ひび割れ状況	ひび割れ幅：～0.1mm	ひび割れ幅：0.1～0.15mm	ひび割れ幅：～0.2mm

*施工時たわみの値は計算値です。

“設計” によるひび割れ対策

“施工” によるひび割れ対策

若材齢時のたわみ・振動の抑制

PICK UP 1

- ・デッキプレートの剛性を高くする*
- ・小梁の剛性を高くする

- ・適切な施工工区計画の策定
- ・若材齢時の過積載を防止*
- ・無載荷期間（打設後 12 日間以上）の確保*

乾燥収縮ひずみの低減

PICK UP 2

- ・膨張材、収縮低減剤の使用
- ・石灰石骨材の使用

- ・湿潤養生期間（打設後 5 日間以上）を確保*

余剰水分の低減

- ・単位水量 175 l/m^3 以下
- ・単位セメント量 $270 \sim 450 \text{ kg/m}^3$
- ・水セメント比 60% 以下
- ・AE 減水剤の使用
- ・スランプ 15cm 以下

鉄筋量の増大

PICK UP 4

- ・柱廻り、梁上に補強筋を設置*
- ・0.3% 以上のひび割れ拡大防止筋量の確保*

- ・溶接金網のかぶり厚さの確保*

PICK UP 3

- ・余裕をもった施工を心がける
- ・表面硬化剤の使用

*デッキ合成スラブの設計施工で特にご注意頂きたい点

PICK UP 1 若材齢時のたわみ・振動の抑制

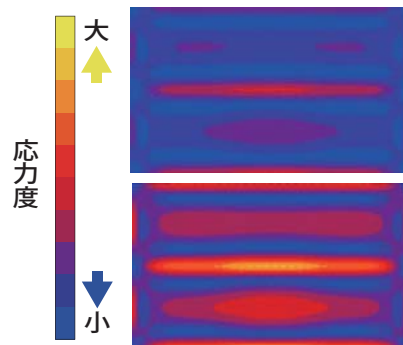
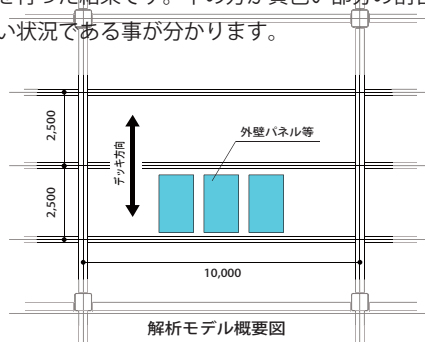
デッキプレートは、在来工法と異なり一般に支保工を用いないため、振動が伝わりやすく、溶接金網の付着の低下や、コンクリート内部に隙間ができる原因となります。また、若材齢時はコンクリートの強度が発現していないため、局所的な荷重が掛かると設計上は許容範囲内の荷重であってもひび割れが発生してしまう事があります。

工区分けを適切に行い、養生期間中の振動の伝播を抑える事や、無載荷期間を確保する等、計画的な施工を行ってください。

若材齢時の荷重がスラブ表面に与える影響

コンクリートの強度が十分でないうちにスラブに重いものを載せてしまうとひび割れが発生しやすくなります。

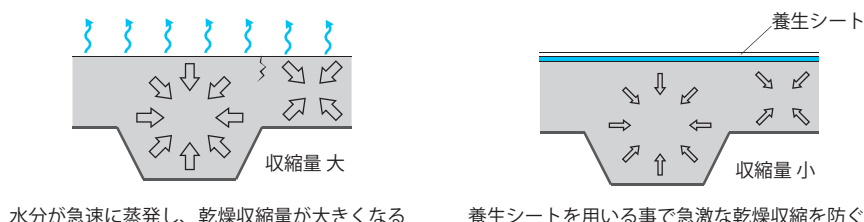
右の図は壁パネルをスラブに乗せた際、表面に生じる応力状態をシミュレートし、若材齢時と強度発現時の比較を行った結果です。下の方が黄色い部分の割合が大きく、ひび割れが発生しやすい状況である事が分かります。



スラブ表面の応力分布状況の比較
(上：強度発現時、下：若材齢時)

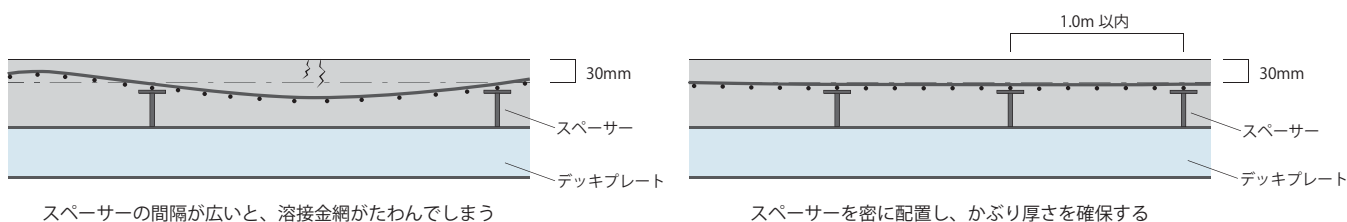
PICK UP 2 乾燥収縮ひずみの低減

デッキ合成スラブは、山部と谷部とで厚みが異なるため、コンクリートの乾燥スピードに差が生じることから、乾燥収縮によるひび割れが発生しやすいと言われています。コンクリート表面の急激な乾燥を防ぐため、撒水・養生シートなどで水分保持を行い、できるだけ長い間湿潤養生を行う事が重要です（打設後5日間以上）。また、膨張材の使用や乾燥収縮ひずみの小さい骨材を使用する等、乾燥収縮の影響を受けにくいコンクリートを使用する事もひび割れ低減に効果的です。



PICK UP 3 溶接金網のかぶり厚さの確保

デッキ合成スラブに一般的に用いられる溶接金網は、径が細く剛性が低いため、スぺーサー同士の間隔が広いとたわんでしまい、かぶり厚さを確保できない場合があります。スぺーサーを1.0m以内のピッチで配置し、スぺーサーと溶接金網を、点付け溶接や針金などでしっかりと固定することで溶接金網のたわみを抑え、適切なかぶり厚さの確保を行ってください。また、デッキプレートとしっかりと固定できるスぺーサーを選ぶことも、溶接金網のズレを防ぐ重要なポイントです。

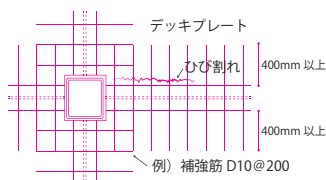


PICK UP 4 鉄筋量の増大

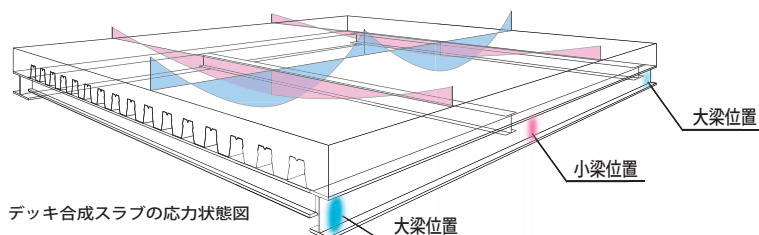
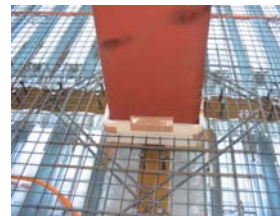
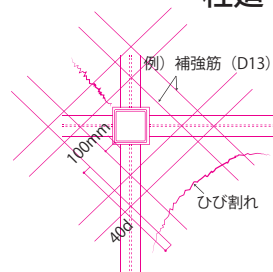
梁上や柱廻りは、他の箇所に比べてコンクリート表面に大きな引張応力が発生します。

梁上の負曲げ応力に対する検討や、補強用の追加鉄筋を設けるなどコンクリートが負担する引張応力を低減する事が望ましいです。

梁上補強例



柱廻り補強例

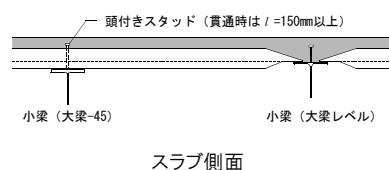
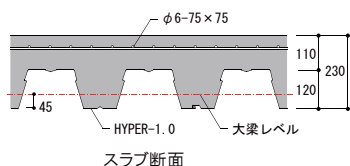


実施例（物流倉庫）

設計のPOINT

従来、このような大型物流倉庫の場合、床版は180～200mm厚程度のRCスラブで計画することが一般的でした。ただし、柱梁フレームが鉄骨造であれば弱辺方向はそこまでの断面は必要なく、コストを考えるとやはりデッキプレートを用いた床版が合理的です。「ハイパーデッキ」は高荷重に対応した、構造性能に優れた製品で、大型物流倉庫等の荷重・スパン条件にも十分対応できます。これまでデッキプレートでの設計のポイント、塗床仕上げとなるスラブ表面の「ひび割れ」をいかにして押さえるか、でした。

1 設計



スラブ仕様

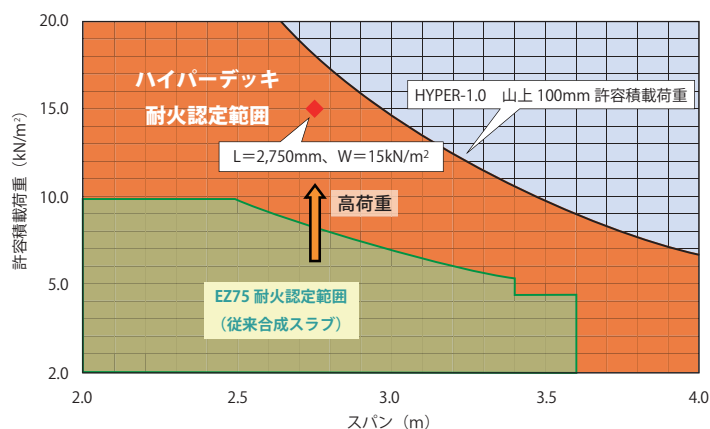
デッキプレート	コンクリート	梁との接合
HYPER-1.0	普通コンクリート 山上100+10mm(仕上げ)	頭付きスタッド (大梁: $\phi 16 \times 2$ 、小梁 $\phi 19$)

梁仕様

大梁	小梁
H900×300×16×28 H900×300×16×19	BH700×210×6×12/16 BH655×210×6×16/19

設計条件

支持スパン(小梁スパン)	積載荷重
2,500/2,750mm	15,000N/m ²

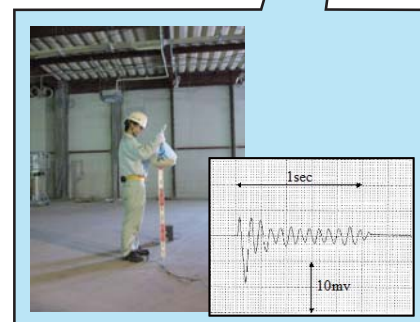
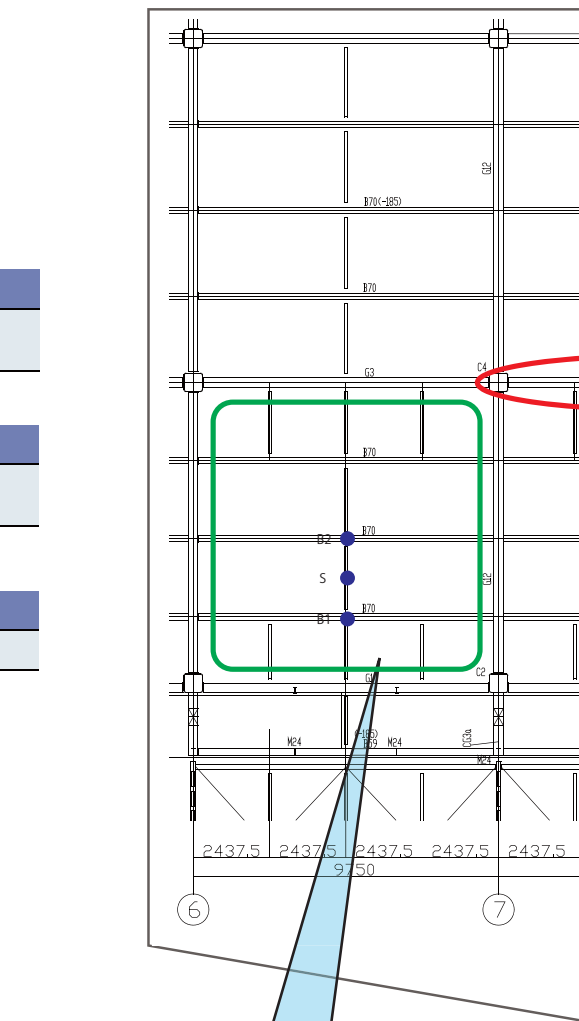


3 振動

測定位置	測定結果	
	1次モード(小梁)	2次モード(スラブ)
スラブ中央(S)	9.2Hz	20.1Hz
小梁上(B1)	12.6Hz	18.4Hz
小梁上(B2)	12.7Hz	—

◇結果

振動性状は、小梁の影響が支配的となる。

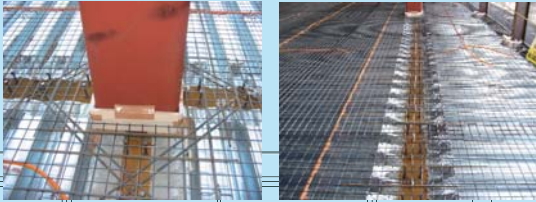


スラブ単体は非常に高い振動性状を保有

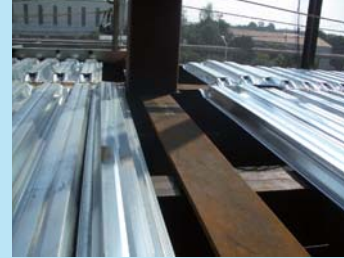
2 施工

（１）デッキ敷込み、配筋

柱廻り、大梁上の補強筋で強度アップ



高剛性により施工時のたわみ低減



本施工例で実施した対策

- ・小梁の剛性を大きくする
- ・大梁（D13@200）や柱廻り（D13×2）に補強筋を設ける
- ・ひび割れ拡大防止筋の鉄筋量確保（Φ6-75×75[鉄筋比 0.34%]）
- ・梁上の負曲げ応力に対する検討（引張コンクリートの検討）
- ・水セメント比の小さいコンクリートを用いる
- ・コンクリート膨張材を使用
- ・湿潤養生（打設後 5 日間）、無載荷期間（打設後 12 日間）を確保
- ・表面硬化剤を採用

（２）コンクリート打設後



1 年点検時にひび割れなし！
2 年点検時も幅 0.2mm 以下！

お施主様立会のもと点検を行い、良好な品質であることを確認いただき、非常に高い評価をいただきました。



コンクリート打設1ヶ月後



引渡し3ヶ月後



引渡し1年後



引渡し2年後

お問い合わせ先

技術的内容について

建 築 技 術 部	TEL:03-6625-6150	FAX:03-6625-6151	〒101-0021 東京都千代田区外神田4-14-1 秋葉原UDX13階
-----------	------------------	------------------	--------------------------------------

商品について

本 社			
-----	--	--	--

床 商 品 営 業 部	TEL:03-6625-6140	FAX:03-6625-6131	〒101-0021 東京都千代田区外神田4-14-1 秋葉原UDX13階
-------------	------------------	------------------	--------------------------------------

支店・営業所			
北 海 道 支 店	TEL:011-281-2551	FAX:011-231-6237	〒060-0002 札幌市中央区北二条西 4-1 北海道ビル
東 北 支 店	TEL:022-221-4572	FAX:022-265-6553	〒980-0811 仙台市青葉区一番町 3-6-1 一番町平和ビル
新 潟 支 店	TEL:025-247-1321	FAX:025-241-8304	〒950-0087 新潟市中央区東大通 1-3-10 大樹生命新潟ビル
静 岡 支 店	TEL:054-255-0441	FAX:054-251-2950	〒420-0857 静岡市葵区御幸町 8 静岡三菱ビルディング
名 古 屋 支 店	TEL:052-564-7221	FAX:052-564-4754	〒450-0003 名古屋市中村区名駅南 2-13-18 NSビル
北 陸 支 店	TEL:076-432-6306	FAX:076-432-1675	〒930-0004 富山市桜橋通 1-18 北日本桜橋ビル
大 阪 支 店	TEL:06-6202-1682	FAX:06-6202-2005	〒541-0042 大阪市中央区今橋 4-1-1 淀屋橋三井ビルディング
四 国 支 店	TEL:087-823-4123	FAX:087-823-4124	〒760-0017 高松市番町 1-6-1 高松NKBビル
中 国 支 店	TEL:082-511-1008	FAX:082-223-0538	〒730-0017 広島市中区鉄砲町 10-12 広島鉄砲町ビルディング
九 州 支 店	TEL:092-281-8113	FAX:092-281-9908	〒812-0025 福岡市博多区店屋町 5-18 博多 NSビル

製造所			
野 木 製 造 所	TEL:0280-57-4331	FAX:0280-57-4717	〒329-0105 栃木県下都賀郡野木町川田 33-15
大 阪 製 造 所	TEL:072-268-1131	FAX:072-268-1813	〒592-0001 高石市高砂2-11