

プレストレスを導入したステンレス打込みPC板

㈱富士ピーエス 正会員 ○江藤 博文
正会員 竹下 修

1. はじめに

食品工場の床スラブは HACCP (総合衛生管理製造過程) の規定によって薬品による消毒が義務付けられている。また、熱水の使用やフォークリフトの走行など過酷な作業も多く、使用環境が厳しいことからスラブの劣化が激しく、スラブ表面のクラック、塗り床仕上げのふくれ・はがれが問題となっている。本論文はそれらの問題を解決すべく開発されたステンレス打込みPC板の報告である。

2. 既存スラブ

食品工場で用いられる一般的な既存床スラブの概要図を図1に示す。

デッキプレート+場所打ちコンクリートによってスラブをつくり、施工フロアが2階以上の場合、アスファルト防水、押さえコンクリートを打設する工法が主流である。この工法では、コンクリートが耐酸性・耐摩耗性に乏しいことから要求性能に合わせた塗り床仕上げ材を選択し、スラブ表面をさらに保護しなくてはならない。しかし、

適切な施工が行われた場合であっても、長期間の使用に耐えられず、ふくれ・はがれの発生を避けられないのが現状である。衛生管理面からスラブ表面に生じるクラックは微生物の繁殖源になることが指摘されており、塗り床仕上げ工法には改善が必要とされている。

また、既存床スラブはスパンに比例してスラブ厚が増大し、スラブ自重が大きくなる。過大なスラブ自重は建物の耐震性能上も好ましくないことから、積載荷重が大きい場合はスパン4m程度が限界となる。近年では6mを超えるスパンで計画される建物も多いため、それらの長スパンに対応できるスラブ工法も望まれている。

既存スラブの主要な問題であるふくれ・はがれ等を改善するために、塗り床仕上げ工法に代えてスラブ表面にステンレス板(4~5mm)を全面溶接する工法がある。塗り床材に比べてステンレスは耐久性に優れており、スラブ全面をステンレスで覆うことでクラックの問題を改善することができる。しかし、現場での全面溶接は施工性が悪く、ひずみの発生、熟練工の確保、耐水性の確保が難しいことなどの新たな問題を生じている。また、床仕上げ材としてはコストが高くなるため一般的には普及していない。

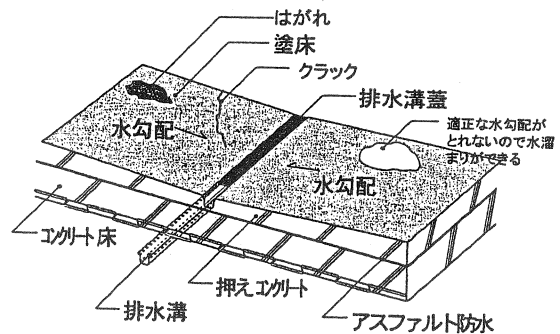


図1 既存床スラブ概要図

3. ステンレス打込み PC 板

スラブ表面の仕上げ材としてスラブ表面にあらかじめステンレス板を打込んだ PC 板 (SUS 板) を開発した。プレキャスト化することで現場施工の手間を省き、ステンレス板厚を 1.5mm まで薄くすることができるためコストを大幅に削減することができる。写真 1 に SUS 板を示す。

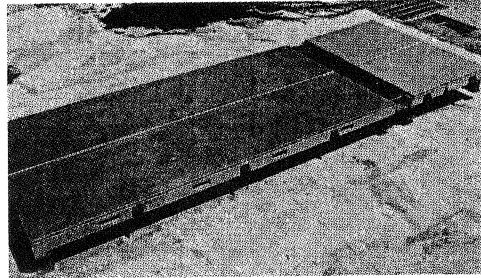


写真 1 ステンレス打込み PC 板 (SUS 板)

1) ステンレスの防滑性

ステンレス床を使用する際に心配される水や油に対する防滑性試験を行った。その結果、SUS 板が塗り床仕上げと同等の防滑性を得るために、ステンレス表面に 2B 仕上げを施すことが有効な手段であることを確認した。従って、SUS 板表面のステンレスは 2B 仕上げとした。

2) ステンレス板とコンクリートの定着方法

ステンレスはコンクリートに対して約 1.4 倍の熱膨張係数を持つため、ステンレス板にコンクリートを打込むだけでは周囲の温度変化によるひずみが互いに異なり、ステンレス板とコンクリートの一体性が保てない。そこで、ステンレス板に適宜の間隔でスタッド状のボルトを取付け、これにコンクリートを打込むことでステンレス板とコンクリートを定着させた。

ステンレス板に取付けるスタッドの形状と位置は、スタッド大きさや間隔を変えた SUS 板の熱水による加温試験、フォークリフト走行試験などを行い、ステンレスの膨張や SUS 板表面の影響を考慮して決めた。

3) 設計概要

図 2 に SUS 板の概要図を示す。食品工場に要求される $10.0 \text{ (kN/m}^2\text{)}$ 程度の積載荷重を SUS 板単体で支持しなくてはならないため、SUS 板長手方向にプレストレスを導入した。プレストレスの導入によって、既存スラブと同程度のスラブ厚でありながら小梁のない 5~8m スパンの施工が可能となった。SUS 板の断面設計はパーシャルプレストレッシング (Ⅲ₁) により、鉄筋は上端・下端主筋、配力筋を配筋した。PC 鋼材は、緊張による上反りと SUS 板自重によるたわみの計算値がほぼゼロとなる位置に偏心させている。

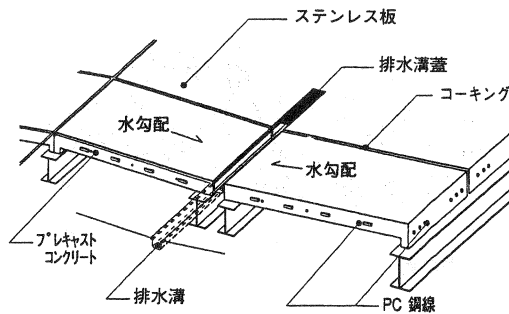


図 2 ステンレス打込み PC 板 (SUS 板) 概要図

4) 目地処理

SUS 板は表面がそのまま床面を形成するため、敷設時の目違いを防がなくてはならない。計算上のたわみの計算値がゼロの PC 板であっても目違いを避けるのは難しいため、SUS 板の側面にコッターを設けた。隣接する SUS 板どうしのコッターを合わせ、さらにアンボンド PC 鋼材による横締め緊張

をすることで目違いの発生を防いだ。また、SUS板側面がゼロ目地となり耐水性も確保できる。図3に横締め緊張図、図4に目地部詳細図を示す。

4. 施工実施例

実際に SUS 板を使用した施工実施例を挙げる。

1) 設計条件

建物用途：食品工場（5階建）

内法スパン（短辺方向）：4.5 m

支持条件：両端ピン

積載荷重：積載荷重 10.0 kN/m²

2) 使用材料

コンクリート強度：50.0 N/mm²

コンクリートヤング係数：36 kN/mm²

PC 鋼材：SWPR7A

鉄筋：SD295 A

ステンレス：SUS 304

3) 断面設計

SUS板の断面設計は一方スラブとして

行い、スラブ厚 180 (mm)、PC 鋼材φ12.4-4Cとした。PC 鋼材の位置は SUS 板下面から 50 (mm) とし、鉄筋は RC スラブの最低鉄筋量を配筋した。

初期たわみの計算値は、有効プレストレスによる上反り 0.201 (cm)、自重によるたわみ 0.132 (cm)、クリープ変形 0.01 (cm) の合計から上反り 0.08 (cm) となった。長期たわみの計算値は、プレストレスによる上反りを無視し、自重+積載荷重によるたわみ 0.437 (cm) にクリープ係数 3.0 を乗じた。

表 1 に SUS 板の仕様、図 5 に SUS 板配筋図を示す。板幅 1,160 (mm) はステンレス製作ロールから決まる SUS 板製作可能幅の最大値である。

表 1 SUS 板の仕様

内法スパン	4.5 m	PC 鋼材	φ12.4-4C	
スラブ厚	180 mm	PC 鋼材位置	50 mm (下から)	
板幅	1,160 mm	導入時プレストレス力	462.4 kN	
断面 2 次モーメント	48,600 cm ⁴ /m	定着時プレストレス力	435.2 kN	
鉄筋	上端筋	5-D13	有効プレストレス力	348.2 kN
	下端筋	4-D13	初期たわみ	-0.08 cm ↑
	配力筋	D10-200	長期たわみ	+1.31 cm ↓
コンクリート	強度	50.0 N/mm ²	横締め用 PC 鋼材	φ15.2 (B) - 2C
	ヤング係数	36.0 kN/mm ²	ステンレス厚	1.5 mm

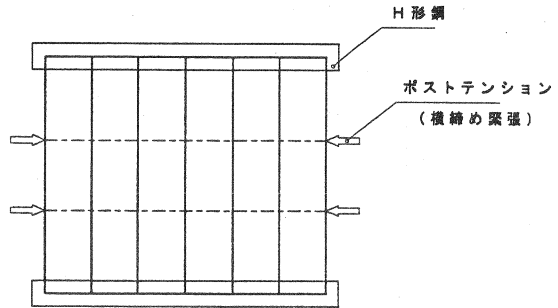


図 3 アンボンド横締め緊張図

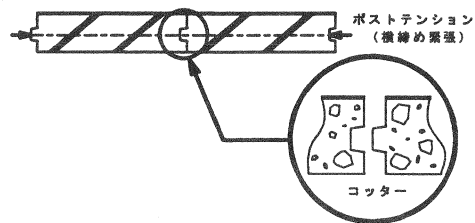


図 4 SUS 板目地部詳細図

5) SUS板の敷設

図6にSUS板割付平面図を示す。SUS板の敷設は中間サポートを使用せず、鉄骨大梁間に直接据えつけた。横締め用PC鋼材を仮緊張して隣接するSUS板どうしのコッターを合わせ、全てのSUS板を敷設したのちに本緊張を行い目違いの発生を抑えた。SUS板端部は大梁に設けた山形鋼との高力ボルト接合とし、両端の山形鋼に高低差を付けることによってSUS板上面の水勾配1/100を確保した。図7にSUS板端部納まり図を示す。

5. まとめ

プレストレスを導入したPC板は過去にも幾つか開発されているが、それらは住宅・事務所などの一般的なスラブに対応したものがほとんどであった。プレストレスを導入したステンレス打込みPC板(SUS板)は、PC板適用範囲の可能性を広げるものである。今後、食品工場と同様の要求性能を持つ医薬品工場・半導体工場・研究所等への活用が期待される。

【参考文献】森田 満：食品施設対応のステンレス床，月刊食品工場長，pp52-54，2000.7

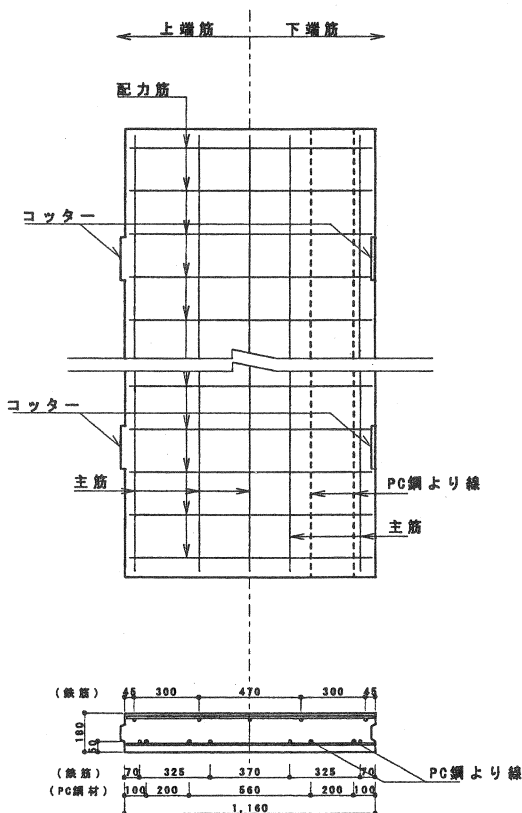


図5 SUS板配筋図

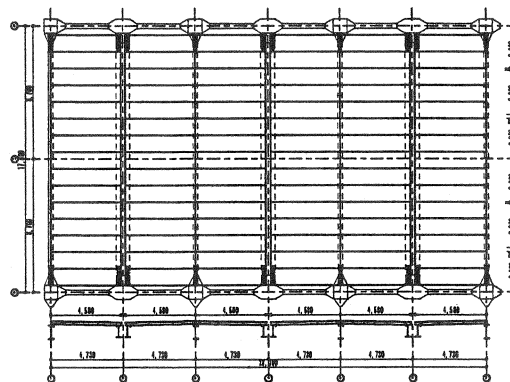


図6 SUS板割付平面図

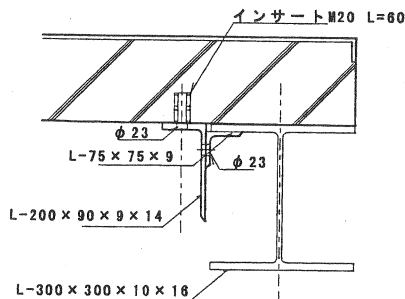


図7 SUS板端部納まり図