

2 方向プレテンションUFC床版の生産システムの開発

大成建設株式会社 正会員 ○武者 浩透, 正会員 大竹 明朗, 正会員 横井 謙二
国土交通省 正会員 野口 孝俊

1. はじめに

羽田空港D滑走路の栈橋部のうち、滑走路及び誘導路の外側のエリアは、床版に超高強度繊維補強コンクリート(UFC)を用いたプレキャスト床版を採用しており、その数量は約7,000枚である。UFCを用いた2方向プレテンション構造の大型床版は、世界でも例がなく、その量産化システムの構築は初めての試みであった。ここでは、UFC床版の量産化システムの開発と製作工場の概要について報告する。

2. UFC床版の構造

UFC床版は、長辺:7835mm×短辺:3630mmの長辺2辺を単純支持されたPC床版であり、短辺方向にはリブ(H=250mm)が配置されている。また、UFCの優れた力学特性を活用することにより、部材の厚さを非常に薄くすることが可能となり、リブ厚は82mm、床版厚は75mmである(図-1)。PC鋼材は2方向に配置され、床版構造の主方向となる短辺方向にはφ19.3mmのPC鋼より線が各リブに3本、合計20のリブに計60本配置され、設計緊張力17,418kNものプレストレスが導入される。また、長辺方向には75mmの床版厚の中央にφ15.2mmのPC鋼より線を24本配置し、4,637kNの緊張力が導入される。この非常に薄いUFC床版には鉄筋が1本も配置されていないが、縦横に張られたPC鋼材と、UFCの超高強度により導入が可能となった非常に大きなプレストレスにより優れた耐荷性能を有しており、実物大の床版を用いた載荷実験では、実にジャンボジェット機約2機分の荷重に耐えうる事が確認されている。

3. 床版製作における課題

優れた性能を有するUFC床版ではあるが、約7,000枚のUFC部材の大量生産は世界にも例がなく、加えて、縦横に非常に大きな緊張力を導入する2方向プレテンション床版の量産化も初めての試みであった。この量産化に際して対応が必要な多くの課題の内、主なものを以下に示す。

(1)2方向プレテンション設備:ライン上に複数の型枠を並べて、PC鋼材の配置緊張を一気に行うプレテンションのライン生産方式は効率的な方法であるが、今回のような非常に大きな緊張力を2方向に必要とする設備が課題であった。

(2)UFCの収縮への対応:UFC(ダクトアル)には粗骨材が配合されておらず、セメント

やシリカフュームなどの反応性粉体を多く含んでいることから、通常のコンクリートに比べて自己収縮が大きい。今回の場合、打設から脱型までの間に300μ程度収縮すると考えられ、その収縮に対応できる型枠構造が必要であった。また、プレストレス導入には短辺方向で約1mm、長辺方向で約4mmの弾性短縮が生じるが、リブ構造を採用しているため、鋼製型枠が拘束して薄い床版部にひずみが生じるのを防ぐ必要があった。

(3)大型型枠のハンドリング:通常のプレテンションラインでは、製品への緊張力導入の際に、製品の弾性短縮および製品間のPC鋼材短縮のため、製品と型枠は固定側アバットへと移動する(図-2)。ライン長が長い場合や、製品間のPC鋼材の自由長が長い場合には、その移動量が大きくなる。今回のような大型床版の型枠を、量産化のため多枚数ラインに並べた場合、型枠を元の位置に設置し戻す作業量が膨大となるばかりではなく、製品と型枠の重量が大きくなり、固定側の床版まで緊張力が導入されない(PC鋼材に張力が残ってしまう)懸念があった。

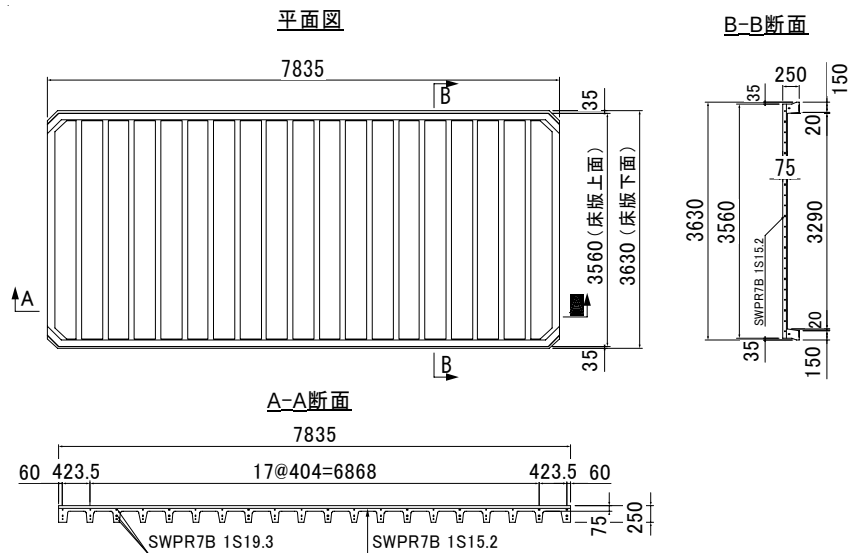


図-1 UFC床版構造図

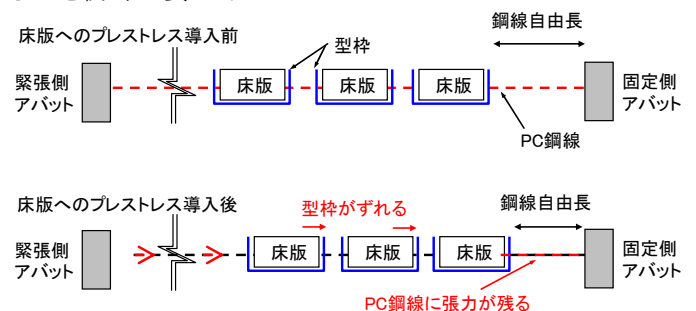


図-2 型枠移動による課題

キーワード: 超高強度繊維補強コンクリート, UFC, 床版, プレキャスト, プレテンション, 生産システム

連絡先: 〒245-0051 神奈川県横浜市戸塚区名瀬町344-1 大成建設(株)技術センター土木技術開発部 TEL 045-814-7219

4. 量産化システムの開発

(1) プレテンション生産ライン(図-3, 写真-1)

生産ラインは型枠の短辺方向の向きでライン上に20枚並べ、主方向60本のPC鋼材の設置と緊張を20枚一括で行うことにより効率化を図った。型枠を格子状に配置すれば横方向(床版長辺方向)の鋼材設置・緊張も効率化できるが、床版へのプレストレス導入時に床版が縦横に移動することになるため、現実的でないと判断した。20枚の型枠の周囲にはプレテンション用のアバット配置し、養生層の側壁の役割を兼ねさせた。工場にはこの生産ラインを2ライン配置し、3日サイクルで交互に生産することにより、工場全体の作業の平準化を実現した。これにより、周囲の運搬道路等を含めて延長104.5m、幅45mの規模の生産ラインとなり、2ライン合わせて週4サイクル、合計80枚の大型UFC床版の生産システムが構築された。

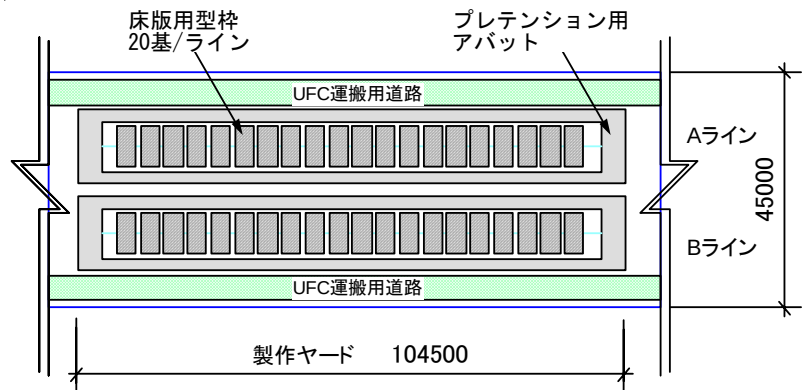


図-3 生産ライン概要図

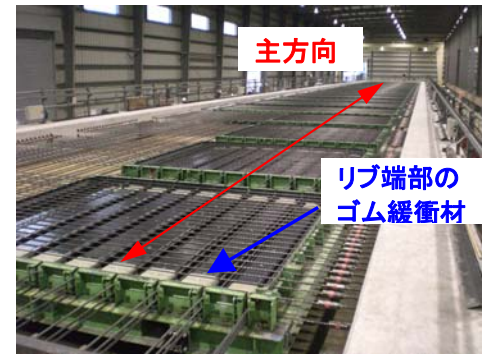


写真-1 型枠・PC鋼線配置状況

(2) 収縮対応の型枠構造

床版の収縮には、自己収縮とプレストレス導入による弾性短縮がある。弾性短縮は約4mm(長辺方向)であり、型枠拘束による過剰なひずみを床版に与えないようにするには、発泡スチロール等の緩衝材を用いてリブ部を形成する必要があるが、量産化のため転用する型枠としては不適である。そのため、プレストレス導入前に型枠を脱型する方式とし、弾性短縮時の型枠拘束を排除した。UFC硬化時に生じる約300 μ の収縮に関しては、長辺方向に関しては多少引張ひずみが生じるものの、多数のリブ型枠の効果によりひずみが均等に分散するものと考えられ、要素実験においてもひび割れ等は確認されなかったため、網製枠構造とした。硬化時に生じた引張ひずみは、脱型とともに開放される上、その後にプレストレスによる大きな圧縮が与えられるので、まったく問題ないと判断した。短辺方向はリブ拘束がないためひずみが分散せず、クラックが生じる危険性が大きい点と、収縮した床版が型枠を咬んでしまって脱型が難しくなる点を考慮して、型枠側のリブ構造の端部に収縮緩衝用のゴム部材を配置して対応した(写真-1)。これについても、ゴムの材質(剛性)を変えた要素試験を実施して検証し、ゴムの選定を行っている。

(3) 脱型システム

先に述べた弾性短縮への対応と、課題で述べた型枠移動による生産効率の低下を防ぐため、型枠のジャッキダウンシステムを採用した(図-4)。これは、型枠の10箇所(10箇所)に床版を支える不動の支柱を配置しておき、型枠をジャッキを用いてダウンすることにより脱型するシステムである。この時点では、縦横に張られたPC鋼材には緊張力が入っており、床版を持ち上げる等の動作が不可能であるために、床版の位置を保持した脱型方法を採用した。この方式により、配置されている20枚の床版はライン方向(水平方向)の移動がなく、床版の撤去後に高さ方向の位置を戻すだけで済む。また、脱型後のプレストレスの導入により、支柱に支えられた床版は、固定側のアバットへ最大約25cm移動するため、支柱とリブ構造が干渉しないように支柱の位置や大きさを決定した。

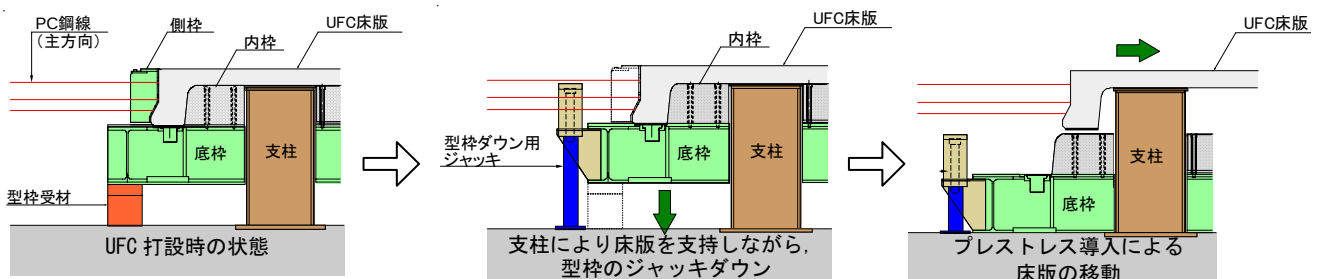


図-4 脱型システム概要図

4. まとめ

この生産システムにより約7,000枚(計24,000 m^3)のUFC床版が生産された。このうち、UFC(ダクトル)数量は約6,100枚(計20,000 m^3)に達し、UFC(ダクトル)の実績では日本が群を抜いて世界をリードしている状態となった。今回の量産化システムの開発が、今後のUFC発展の一助となれば幸いである。