

1. 天井ボード張機の開発

(株)熊谷組：時岡 誠剛・*中村 聖吾
塚原 伸樹・小林 克己
酒井 幸雄・長尾 直

1. はじめに

天井内装工事の現状は、そのほとんどが熟練工による手作業に依存しており、足場の架け払い、不安定な足場上での長時間にわたる上向きでの張り付け、材料の小運搬の繰り返しなど作業性が悪く、苦渋作業となっている。こうした現状に対して、天井内装工事の機械化、自動化による作業性の向上、作業員の苦渋作業からの解放を目的として、天井ボード張機を開発した。

本機は、天井内装工事をせっこうボード（下地ボード）にロックウール化粧吸音板（化粧ボード）を重ね張りする捨張り工法で行う場合に使用するもので、特に下地ボードの張り付け作業に威力を発揮するうえ、仕上げとなる化粧ボード張り作業や照明器具、設備器具などのための開口部切断作業などにも用いることができる自走式の自動化機器であり、捨張り工法の作業全体を通して使用できる。

本報では、天井ボード張機の開発経緯、概要、基本的機能および本機を実際の現場施工に適用した結果を報告する。

2. 開発経緯

2-1 開発目標の設定

本機のような自動化機器の開発に際しては、作業の完全無人化・自動化を目指したロボットとする方法、人の作業の補助となる手動機器、ツールのなものとする方法などが考えられる。しかし、従来のロボットは、完全無人化・自動化を目指すあまり、大型で汎用性に乏しく、普及に至っていないのが現状で、さらに天井内装工事の現状調査、現場職員、内装業者へのヒアリングなどを行い、複雑な現場環境にフレキシブルに対応でき、汎用性を高めるには、マン、マシンの作業分担を明確にし、マンとマシンの共存を図ったものとする必要があるという考え方を導き出し、それを開発の基本方針とした。

そして、マン、マシンの共存という考え方を考慮し、下記のような開発目標を具体的に設定した。

(1) 作業性の向上

- ①足場の架け払いに要する時間をなくす。
- ②下地ボード張りの自動化によって作業時間を短縮する。

(2) 苦渋作業の低減

- ①ボード張り時の足場の架け払いを不要にする。
- ②ボードのフロア内小運搬およびボードを直接人間が支持する作業をなくす。

2-2 天井ボード張機の対象作業工程の設定

2-1で設定した開発目標を達成するために、従来の捨張り工法の作業フローの分析を行い、天井ボード張機の対象作業工程を設定した。図-1に捨張り工法の作業フローを示す。

図-1の作業フローの中で、本機の対象とする作業工程は、鋼製下地（軽鉄下地）を施工した後の下地ボード張りおよび化粧ボード張りとした。前工程である鋼製下地はすでに施工されているものとし、作業に使用するボードは現場内の仮設リフト等により揚重され、各フロアの所定の場所に仮置きされているものとした。図-1の作業フローの中に本機の受け持つ具体的な作業工程を併せて示す。

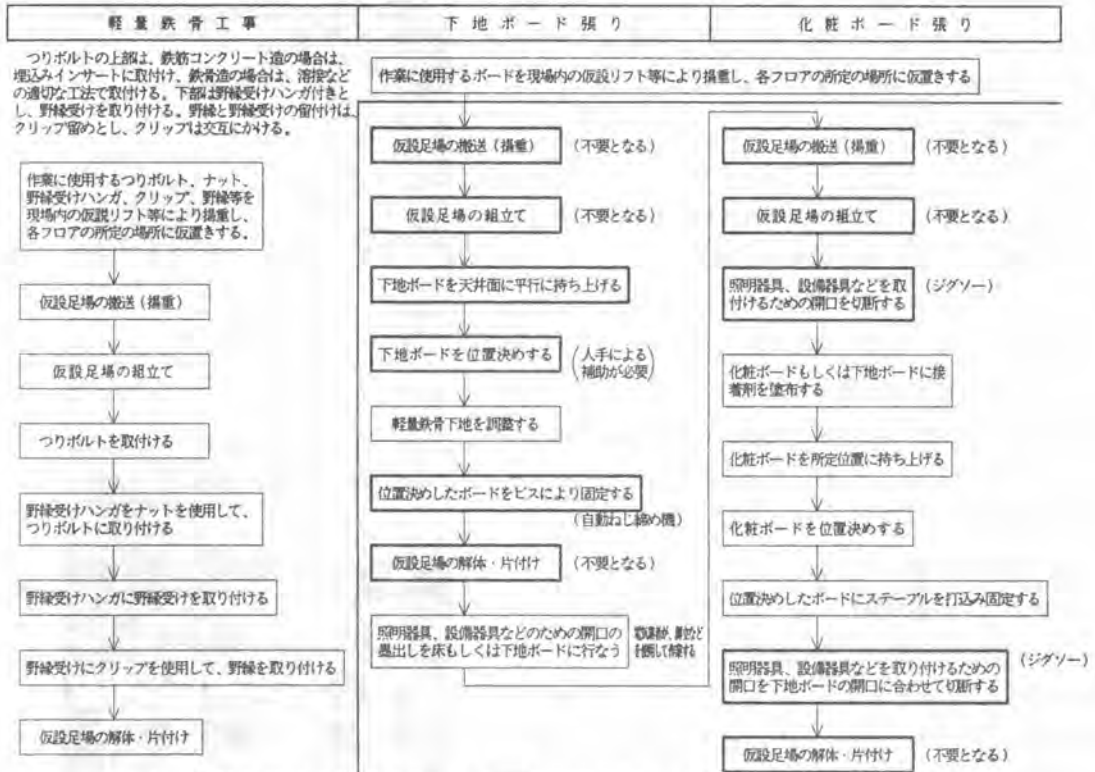


図-1 捨張り工法の作業フロー（□が天井ボード張機の受け持つ作業工程）

そして、この天井ボード張機の対象作業工程を具体化していくために、本機に要求される機構を導き出し、その要求に応えられるような仕様を設定して、設計・製作を行った。

3. 天井ボード張機の概要

3-1 構成

本天井ボード張機は、天井内装工事のうちの捨張り工法に使用できるもので、下地ボード張り、化粧ボード張り、および開口部切断作業が行える。

本機は、図-2に示すように、おもに施工装置A、供給装置Bから構成されている。

施工装置Aは、前後進、横移動、旋

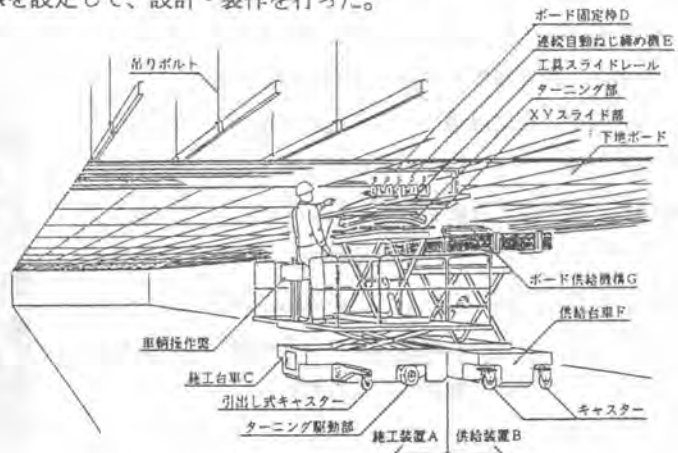


図-2 天井ボード張機の全体概要図

回などの機能を有する施工台車C、供給装置から供給されるボードを受け取るためのボード固定枠D、位置決めしたボードを鋼製下地にねじ留めするための連続自動ねじ締め機E、ボードを位置決めするためのXYスライド部とターニング部、連続自動ねじ締め機や開口部切断機（ジグソー）を移動位置決めするための工具スライドレールなどからなる。

供給装置Bは、供給台車F上にボード供給機構Gを取り付けたもので、施工台車に連結され、仮置きした下地ボードを一枚ずつ施工装置に供給するようになっている。

3-2 機能

本機による下地ボード張りは、まず供給台車に置いたボードをボード供給機構により施工装置のボード固定枠まで自動供給して、ボードを鋼製下地に当たるまでリフトアップし、XYスライド部やターニング部などを用いて位置決めして、連続自動ねじ締め機によって張り付ける。このような手順で1枚めの下地ボード張り付け終了後、施工台車を次の張り付け位置まで走行移動させ、さらに張り付けるといった動きを順次繰り返しながら、すべての下地ボードを張り付けていくものである。写真-1に下地ボード張り付け状況を示す。

下地ボードを張り付けた後、照明器具、設備器具などのために開口部切断が必要な場合は、連続自動ねじ締め機の代わりに、施工装置の工具スライドレールに開口部切断機（ジグソー）をセットして行う。写真-2に開口部切断状況を示す。

また、化粧ボード張りは、供給台車に化粧ボードを仮置きし、施工台車を足場代わりに使用して行う。写真-3に化粧ボード張り付け状況を示す。

本機は、運転操作を自動、手動の併用で行うマン・マシン共存型の作業機械である。施工台車の走行運転は、作業員が施工台車に設けた車輛操作盤で行い、前後進、横移動、旋回など自由自在な走行が可能である。また、下地ボードの位置決め、連続自動ねじ締め機の位置決めなどは手動で行い、下地ボードの供給、鋼製下地への下地ボードの押し付け、連続自動ねじ締め機によるねじ留めなどはシーケンス制御により自動的に行える。

3-3 仕様

本機のおもな仕様を表-1に示す。

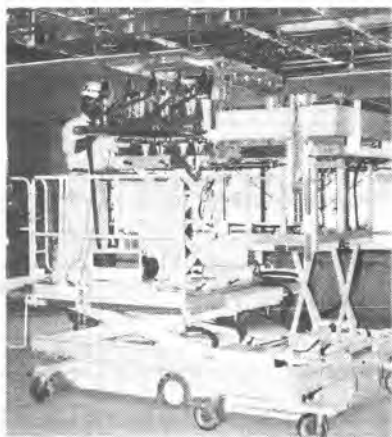


写真-1 下地ボード張り付け状況

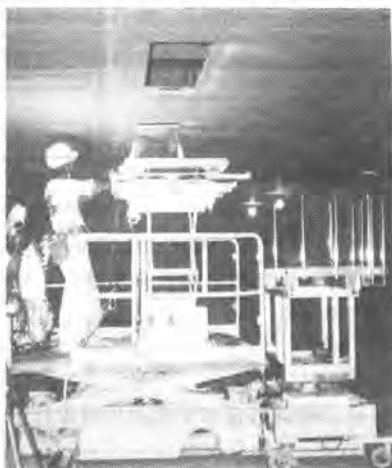


写真-2 開口部切断状況

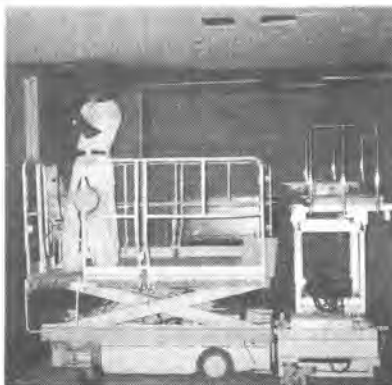


写真-3 化粧ボード張り付け状況

4. 現場への適用

本機は、現在までに表-2に示す2現場でその一部に適用し、表-3に示す施工結果が得られた。そして、表-3に示す施工結果を含めて以下のような成果を得ることができた。

- (1) 手作業に比べて、作業全体を通した作業時間の短縮が図れた。
- (2) 作業全体を通して作業足場が不要となり、足場の架け払いに要する時間と労力を削減できた。
- (3) 操作手順が簡単で内装業者が楽に操作できた。
- (4) 張り付け精度は従来工法と同程度であった。

5. おわりに

本機を現場へ適用した結果、前述したような成果を得るとともに、マン・マシン共存型としたために複雑な現場環境にもフレキシブルに対応でき、現場で十分に使用できるという確証を得た。そして、現場への適用成果を整理することによって、以下のような特徴を抽出できた。

- (1) 下地ボードの供給、ねじ締めが自動的に行えるので、作業効率が非常に良い。
- (2) 2.4~3.0mまでの広い範囲の天井高に対応でき、供給装置には、下地ボードで約30枚、化粧ボードで約200枚の積載が可能で、ボードのフロア内小運搬がほとんど不要となる。
- (3) 本機は、下地ボード張りだけでなく、化粧ボード張り、開口部切断作業にも使用できるので、足場の架け払いが不要となる。

- (4) 本機は、前後、左右、旋回と自由自在な走行ができるので、作業が効率よく行える。

しかしながら、今後の課題として、本機の現場への搬出入を考えた小型、軽量化、現状の鋼製下地（軽鉄下地）の施工精度に対応するためのねじ締め機の改良、下地ボード位置決めスピードアップなどが必要であることが分かった。

このようなことから、今後現場への普及を目指して、これらの対策を図り、内装業者が使いやすいものに改良していきたいと考えている。

表-1 天井ボード張機のおもな仕様

重 量	施工装置：施工台車：950kg 施工部：385kg 供給装置：供給台車：360kg ボード供給機構：80kg
寸 注	施工装置：D1,850×W2,100×H1,470mm 供給装置：D1,050×W1,800×H2,150mm
作業ステージの面積・高さ	面 積：1,850×1,800mm 高 さ：570~1,800mm
施工台車の運転・走行	走行方式：前後進、横移動、旋回 走行は90cmのオートストップ機構を装備 動力源：バッテリー式油圧駆動 走行速度：5~30m/min 最低地上高：50mm
供給装置のボード積載	積 載 枚 数：(下地ボード) t=9で約30枚 (化粧ボード) 約200枚
施工能力 (実績値)	下地ボード張り：80㎡/日 化粧ボード張り：76㎡/日
作業人員	作業時：1人(運転操作) 移動時：2人(上下層への盛り替え)

表-2 本機を適用した現場の概要

工事名称	Kビル新築工事	K駅南口再開発ビル
場 所	東京都千代田区	埼玉県与野市
建物用途	事務所	共同住宅、店舗、営業所、駐車場
構造規模	SRC造 地上8階/地下1階	SRC造、一部S造 地上29階/地下1階
面 積	建築面積：645.0㎡ 延床面積：5,277.7㎡	建築面積：4597.3㎡ 延床面積：31,696.0㎡

表-3 施工結果

工事名称	Kビル新築工事	K駅南口再開発ビル
下地ボード張り	施工面積：278.4㎡ 施工時間：22.7時間 ----- 施工能力：79.8㎡/日 (1日を6.5時間で換算)	施工面積：403.2㎡ 施工時間：25.8時間 ----- 施工能力：101.5㎡/日 (1日を6.5時間で換算)
化粧ボード張り	施工面積：472.7㎡ 施工時間：40.3時間 ----- 施工能力：76.2㎡/日 (1日を6.5時間で換算)	-----
開口部切断作業	1カ所当りの切断時間：1~3分 (位置決め→切断)	-----
搬入・搬出 組立・解体 調整	搬 入：1時間30分 組 立：1時間 調 整：1時間 下地→化粧：1時間	搬 入：1時間20分 組立-調整：1時間40分