

建設 RX コンソーシアムによって 生み出された技術成果 ～コンクリート床の仕上げ機械「防音カバー付き 電動ハンドトロウエル」を開発～

なかがわ けいたろう
株式会社竹中工務店 西日本機材センター 主任 中川 啓太郎

1. はじめに

建設業における 2024 年問題への対策や昨今の高齢化による熟練技能工の減少、建設現場での厳しい環境下での新規入職者の減少など、建設業を取り巻く環境はより一層厳しい状況となっている。これらの状況を打開・改善すべく、建設現場における生産性向上は業界全体として避けては通れない喫緊の課題となっている。

そんな中、建設施工に活用する施工機械・ロボットや IoT を活用した施工支援・施工管理のためのソフトウェア・アプリの開発は、各々の会社において過大なコストが発生することが多い。

そこで、建設業界を担う法人およびこれに協力・支援する法人が中心となって、施工ロボットや IoT アプリ等の開発と利用に係るロボティクストランスフォーメーション（Robotics Transformation：ロボット変革）の推進について協働して資本の集中・技術集約を図り、作業所におけるさらなる高効率化や省人化、業界全体の生産性および魅力向上を推進するために、「建設 RX コンソーシアム」が設立された。

今回は、建設 RX コンソーシアムで活動中の 12 個の分科会のうち、「コンクリート施工効率化分科会」(以下、「同分科会」という)の活動の中

で生み出された技術成果「防音カバー付き電動ハンドトロウエル」について報告する。

本機械は、同分科会の活動の中で、株式会社竹中工務店と鹿島建設株式会社が共同開発した技術である。ハンドトロウエルを電動化し、脱炭素施工を実現するとともに、施工時の安全性向上や消音化施工を実現したため、開発状況と実施内容について報告する。

2. 開発の経緯

これまで床コンクリート工事に一般的に使用されてきたエンジン式ハンドトロウエル（写真-1）は、作業時に燃焼ガスを排出するため、閉塞空間では換気が必要となりエンジンの駆動音が近隣建物に悪影響を及ぼす、という課題があった。そこで、この機械を電動化し、脱炭素と同時に閉塞空間



写真-1 従来のエンジン式ハンドトロウエル

間での使用や騒音問題をも解決することを考えた。

これまでも電動化されたハンドトロウエルは一部存在していたが、バッテリーの駆動時間が短く頻繁に充電する必要があることや、配線が必要であったため（写真－2）、施工性が悪く広く活用されていなかった。



写真－2 配線が必要な電動機械

3. 開発

(1) 電動化の対応

機械を電動化するに当たって、運用面を考えると、コンクリート床施工時は時間的な制限が多く、継続的に機械を動かす必要があった。そこで、ハンドトロウエルの電動化に際して交換可能なバッテリーでの駆動を条件として検討した。

その中で、既存の機械に搭載しているエンジンと互換性があり、既存の機械を大きく改造することなく搭載可能なパワーユニットを採用した。このバッテリーの駆動時間は30分～15時間（外気温等条件による）、充電時間は80分となっており、2～3個のバッテリーを活用することで作業に支障を来すことなく、継続して施工することが可能となった。また、施工中にガソリンを補給する作業をなくすことができた。

写真－3～6は、パワーユニットを搭載した電動ハンドトロウエルを製作し、電動化した機械と従来のエンジン式ハンドトロウエルとの駆動音の比較を行った状況である。パワーユニットを搭載

■空中での駆動音



写真－3 通常のハンドトロウエル（エンジン）
1 m 離れた位置での測定で 87.5 dB、20 m での測定で 74.9 dB



写真－4 電動ハンドトロウエル（モーター）
1 m での測定で 70.7 dB、20 m での測定で 58.5 dB

■床上での施工音



写真－5 通常のハンドトロウエル（エンジン）
1 m での測定で 96.4 dB、20 m での測定で 84.0 dB



写真－6 電動ハンドトロウエル（モーター）
1 m での測定で 96.8 dB、20 m での測定で 82.0 dB

表-1 発生音測定結果

	エンジン		電動	
	1 m	20 m	1 m	20 m
空中	87.5 dB	74.9 dB	70.7 dB	58.5 dB
床上	96.4 dB	84.0 dB	96.8 dB	82.0 dB

※床はコンクリート施工中でなく、既存床

することで排気ガスが出ないため脱炭素施工を実現することができたが、施工時の発生音に関しては床を擦る際の音が支配的になり、電動化しても従来の機械の発生音と大きく変化がない、ということが分かった（表-1）。

(2) 消音化の対応

消音化の実現に際して、さまざまな指標を参考にし、施工時の発生音を20m離れたところで60dB以下とすることを目標として設定した。

電動化により機械から排気ガスは出ないため、機械を専用のカバーで覆い、発生音を抑えることとした。

試作した防音カバー（図-1）を装着して施工したところ、コンクリート土間工より機械の使用時は床面を確認しながら施工したいとの意見があり、防音カバー側面に透明窓を追加するなどの改良を加えて完成した（写真-7）。

エンジン式ハンドトロウエル、電動ハンドトロウエル、電動ハンドトロウエル+防音カバー、電動ハンドトロウエル+防音カバー（下部隙間）の4機種において、施工時の発生音の確認を行った結果が写真-8、表-2である。

機械から10m離れた位置で60dBまで発生音を落とすことができ、20m離れた位置で60dB以下とする目標を達成することができた。ただし、この発生音で実際に作業所で問題がないかどうかは、都度確認が必要となる。

(3) 安全装置

ハンドトロウエルという機械は床を仕上げるための回転体であり、起動時に機械を保持するハンドル部を離すとハンドル部が回転して不安全の状態となる。従来のエンジン式の機械はハンドル部

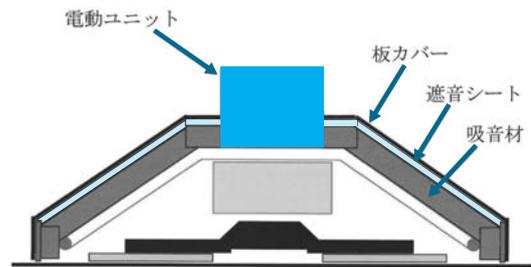


図-1 防音カバーイメージ



写真-7 完成した防音カバー



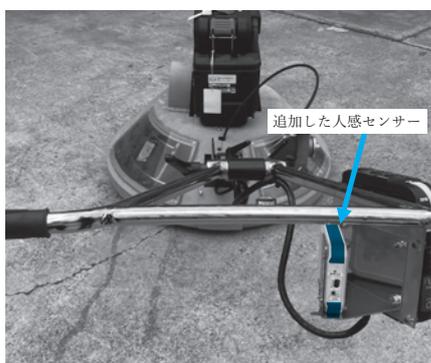
写真-8 発生音の測定状況

表-2 測定した施工時発生音

機種	1 m での発生音	10 m での発生音
エンジン式ハンドトロウエル	約90 dB	約75 dB
電動ハンドトロウエル	約90 dB	約67 dB
電動ハンドトロウエル+防音カバー	約72 dB	約60 dB
電動ハンドトロウエル+防音カバー（下部隙間）	約81 dB	約60 dB

にアクセルがあり、アクセルを離すと機械が停止する機構になっていた。

今回の機械も同様の安全装置を搭載することを検討したが、電動化に当たりアクセル式にするには大掛かりな変更が必要となるため、ハンドル部の前に操作者が立っているかどうか検知する人感センサーを搭載した（写真－9）。これにより、ハンドル部を離れた場合にハンドル部が少し回転すると、操作者が検知できなくなり、機械を停止することで安全な状態を確保することができる。



写真－9 安全装置設置状況

4. おわりに

以上の開発改善によって防音カバー付き電動ハンドトロウエルが完成し、脱炭素施工、消音化施工を実現した（写真－10、表－3）。

また、同分科会の活動の中で各社が開発した技術を持ち寄っての試験施工を実施し、分科会に参加している各社にも効果を体験してもらうことができた（写真－11）。

それらの活動を通じて、開発元である竹中工務店、鹿島建設以外の会社にも活用が可能となっている。

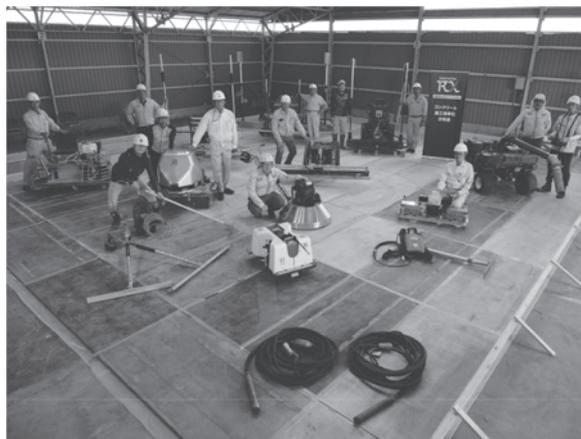
具体的には、病院の増築工事など音環境にシビアな現場での消音化施工での活用や、排気ガスが出ないため、地下やピット部での安全で効果的な施工を実現できている（写真－12）。



写真－10 防音カバー付き電動ハンドトロウエル

表－3 防音カバー付き電動ハンドトロウエルの概要

電動ユニット	GXE 2.0 H
最大出力	1.8 kW 3600 r.p.m
バッテリー稼働時間	30分～1.5時間 (外気温等条件による) (バッテリーは交換制のため長時間稼働可能)
充電時間	80分
寸法	L1860 × W793 × H690 mm
重量	82 kg



写真－11 コンクリート分科会試験施工



写真－12 作業所での活用状況