

人間工学に基づいた軽量設計「バッテリー式ウェアラブルバイブレータ」の開発

鹿島建設(株) 正会員 ○弓削 毅 林 大介 川崎文義
横関康祐 曾我部直樹

1. はじめに

国内の建設現場では、コンクリートの締固め機械として、モータが本体に内蔵された偏心式バイブレータが一般的に用いられている。ただし、このバイブレータを、スラブのような面積の広い場所の締固めに用いた場合、電源コードの取回しが締固め作業の支障となるため、取回しに補助作業員（線持ち）が必要である（写真－1）。

一方、米国をはじめとする諸外国ではエンジン式のウェアラブルバイブレータが主流であり、小型のエンジンを駆動源とし、フレキシブルシャフトを介してエンジンの回転力を振動体に伝達させることで締固めを行っている。上記海外製エンジン式ウェアラブルバイブレータは、補助作業員（線持ち）を削減できるという利点はあるが、重量が大きい等の課題があった。そこで本開発では、この課題を解決する、バッテリー式ウェアラブルバイブレータについて検討を行った。



写真－1 従来の一般的な締固め作業

2. 海外製エンジン式ウェアラブルバイブレータの試適用

開発に先立ち、海外製エンジン式ウェアラブルバイブレータを現場に試適用（写真－2）した結果、以下の3つの課題が抽出された。

- ① 重量が大きい（20 kg程度）
- ② シャフトが硬く、取回しにくい
- ③ エンジンからの排気ガスが熱く、騒音が大きい

バイブレータの振動方式には2種類あり、偏心させたおもりの両端を固定し、内蔵したモータによって回転させる偏心式と、シャフトに連結されたおもりの片端を固定し、その回転による揺動で振動を起こす揺動式がある。海外製エンジン式ウェアラブルバイブレータでは、エンジンの回転力をそのままシャフトに伝達させる揺動式が採用されており、シャフトの硬さがそのまま取回しにくさに直結していることが分かった（図－1）。

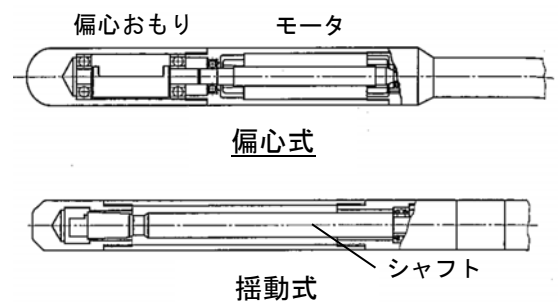


写真－2 海外製エンジン式ウェアラブルバイブレータ

3. ウェアラブルバイブレータの開発方針

そこで本開発では、これらの課題を解決し、線持ち作業員の省人化を図るため、電源コードのないウェアラブルバイブレータを目指すこととした。開発方針は、下記のとおりである。

- ① 本体重量 10 kg以下
- ② 偏心式バイブレータの採用
- ③ 動力源にリチウムイオンバッテリーの採用（連続使用時間 60 分以上）



図－1 バイブレータの振動方式

キーワード ウェアラブルバイブレータ, 線持ち, 偏心式, 高性能リチウムイオン電池

連絡先 〒182-0036 東京都調布市飛田給 2-19-1 鹿島建設(株)技術研究所 TEL042-485-1111

4. バッテリー式ウェアラブルバイブレータの仕様

今回開発したバッテリー式ウェアラブルバイブレータ（写真－3）は、大容量バッテリー、インバータ、振動体およびフレキシブルホースを一体化したものである。表－1 にバッテリー式ウェアラブルバイブレータの仕様を示す。バッテリーには高性能リチウムイオン電池を採用し、装置全体として 10 kg 以下（上部バッテリー 5.7 kg、下部インバータ 3.9 kg）という軽量化を実現した。また人間工学の観点から、重いバッテリー部分を本体上部に配置することで、長時間使用しても疲れにくく、操作者に優しい設計とした。さらに 1 台のバッテリーで $\phi 40$ mm のバイブレータを約 70 分間連続運転して作業でき、予備のバッテリーと急速充電器を併用すれば、使用時間に関係なく作業することも可能とした（図－2）。

このバッテリー式ウェアラブルバイブレータの使用により、電源装置などとの接続コードがなくなるため、補助作業員が不要となり省人化が図れるとともに、作業環境の改善にもつながる。また、狭あいな場所での締固めを容易にし、補助作業員が従来行っていた電源の ON/OFF を操作者自身ができるため、丁寧かつ機動的な締固め作業による、コンクリート品質向上効果も期待できる。

5. 現場試適用および評価

開発したバッテリー式ウェアラブルバイブレータを現場に試適用（写真－4）した結果、下記の意見を抽出した。

（利点）

- ・手元で ON/OFF の操作が可能
- ・バッテリーが着脱式で交換が容易

（改良が必要な点）

- ・狭あいな場所での周囲への接触を考え、本体の強度を向上
- ・ケーブルのコネクター部分の強化

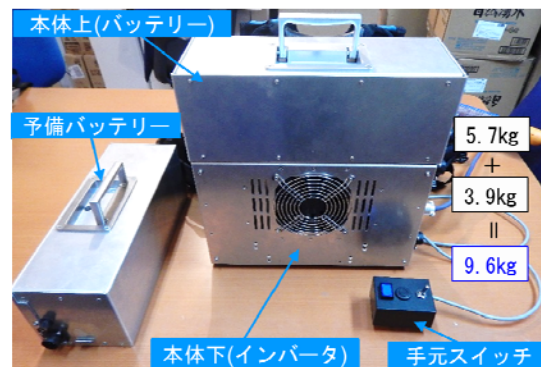
全体的には「取扱い易く、重量も許容範囲だが、もう少し軽い方がいい」という意見が多かった。

6. まとめ

本開発のバッテリー式ウェアラブルバイブレータにより線持ち人員を削減でき、その機動性によりコンクリート品質向上効果も期待できることが分かった。今後は実適用を通じて、バッテリー性能の向上やさらなる軽量化などの改良を続け、コンクリート工事の省人化と生産性の向上を目指したい。

参考文献

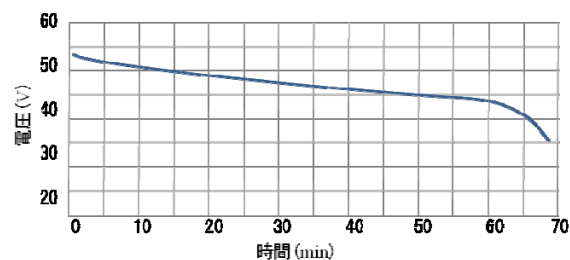
- 1) JIS A 8610：建設用機械及び装置－コンクリート内部振動機 附属書 A 図 2 振動機の内部構造



写真－3 ウェアラブルバイブレータの外観

表－1 ウェアラブルバイブレータの仕様

本体	外形寸法	335W×125D×335H(mm)
	重量	9.6kg（上部5.7kg、下部3.9kg）
	使用可能時間	約70分（ $\phi 40$ mmバイブレータ時）
	その他	独立起動スイッチ
蓄電池	名称	高性能リチウムイオン電池
	定格電圧	48.1V
	公称容量	10Ah
	付属品	急速充電器



図－2 バッテリー電圧と運転時間の関係



写真－4 バッテリー式ウェアラブルバイブレータの試適用状況