

部 会 報 告

コンクリート機械の変遷 (7)

機械部会 コンクリート機械技術委員会

第6部 コンクリート振動機(バイブレータ)の変遷

1. セメント/コンクリートの歴史とバイブレータの発明

1.1 ポルトランドセメントの発明と鉄筋コンクリートの誕生

コンクリートバイブレータが誕生する遙か昔、約9000年前の新石器時代にセメントの起源とされるものがヨーロッパで発見されている。また、5000年以上前には現在のコンクリートの原形と言えるものが生まれていた。エジプトのピラミッドに石積み目地に石膏を焼いた物と砂を混ぜた物が使われており、古代ギリシャでは石灰石を焼いた消石灰と火山灰を混合してセメントとして使われ、古代ローマではこのセメントに砂やレンガ屑を混ぜた物が水路や建設工事に使用されたとされている。近代になると、1824年イギリス人のレンガ工 Joseph Aspdin が現在使われているポルトランドセメントの製法を発明し、特許を得ている。その後1850年には原理的に現在と殆ど変わらない製造方法が確立され品質は飛躍的に向上した。今日の水硬性セメントはこうして誕生した。つぎに鉄筋コンクリートであるが、発祥はフランスで、コンクリートは引張力に弱いという欠点を補う画期的な方法が1867年に発見され、構造体としての鉄筋コンクリートが生まれた。つまり、引張力を鉄筋が受け持つという考え方である。この発明により更にコンクリートは



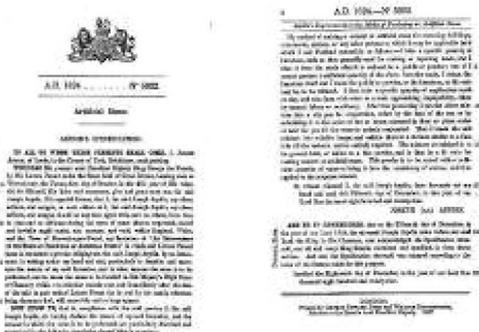
写真—1 ポートランド島のポルトランド石採石場

その優れた特性が認められ広く建造物に使われるようになった。

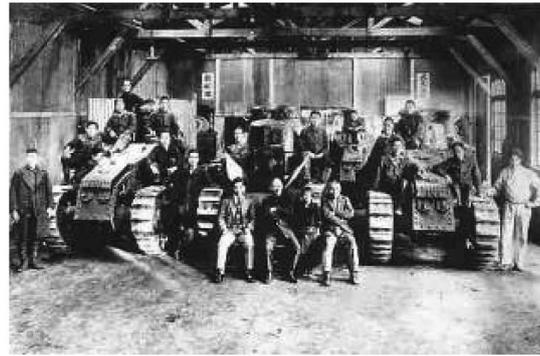
1.2 コンクリートバイブレータの発明

日本で最初にポルトランドセメントが使われたのは幕末の頃と言われ、フランスから輸入された。1872年(明治5年)に近代国家建設を進める明治政府の下、東京深川にセメント製造所が作られ1875年(明治8年)宇都宮三郎により日本初のセメントが作られた。当時の用途は鉄筋コンクリート用ではなく煉瓦積み目地モルタルとして使われていた。日本初の鉄筋コンクリート構造物が生まれたのは1903年(明治36年)琵琶湖疎水路上架橋(橋長7.3m)で、一般の建築物に使われるようになったのは1911年(明治44年)三井物産横浜支店で、我が国初の4階建てRC造とされている。当時のコンクリートは、一輪車による搬送に合わせるべく水分量の少ない硬練コンクリートであり突き棒(竹の棒など)による十分な突き固めが必要とされたため、人海戦術による過酷な打設作業が強いられていた。

それから20数年たった1934年(昭和9年)、蒸気機関車から電気機関車への鉄道発展に伴い電力確保の必要に迫られた鉄道省[後の日本国有鉄道(現JR)]は、直営により信濃川発電所(千手発電所1934~1938)建設に着手するため、初めてフランス製のエア式バイブレータを富国通商[後の大倉商事株]によって輸入した。その時、技術説明役として任命されたのが林茂木(現エクセン創立者)であった。林は日本初の「国



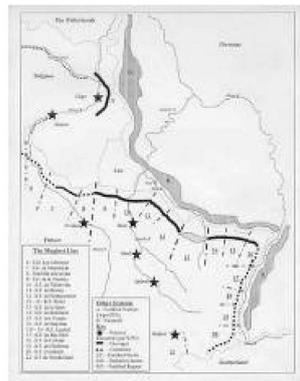
図—1 特許 BP 5022, ジョセフ・アスプディン, 1824.10.21



写真一 2 国産自動車第一号と林自動車製作所に持ち込まれたルノー戦車



写真一 3 マジノ線に到着した連合軍兵士とマジノ線の地図 ルクセンブルグ国境付近



産自動車第一号」を1910年（明治43年）に製作した人物で、その技術力が認められ、当時の林自動車製作所（現エクセン）が大日本帝国陸軍技術本部の指定工場となっていた。1929年（昭和4年）、フランスルノー社から輸入された戦車が日本国内では山間部が多くオーバーヒート等を起こし使い物にならなかったものを、日本の地形に合った物にするべく改修作業を一手に行った。これらの高い技術力が買われ、富国通商がフランスから輸入したバイブレータと林との出会いが始まった。

そもそもコンクリートバイブレータはいつ、どこで生まれた物なのか？文献は存在しないが、林談によれば、1930年第一次大戦後ドイツ軍の侵攻を防ぐためフランスの陸相アンドレ・マジノによってフランスとドイツ・ベルギー・スイスが接する国境沿いに総延長750 kmに及ぶ要塞群「マジノ線」（そのコンクリート厚は3.5 mもあり地下には地下鉄を走らせ弾薬や軍隊を輸送するようになっている）を構築する際にコンクリート強度（耐爆砲弾性能）を増すため、コンクリートバイブレータ（圧縮空気を駆動源とし、振り子を回転させて振動を起こす装置がフランス人により発明されたと伝えられている）が使われたとの事から1920年代後期頃（昭和初期）の発明と考えられる。

2. コンクリートバイブレータ国産化の歴史

2.1 ダム用バイブレータの発明

林は国鉄信濃川発電所建設におけるコンクリートバイブレータの技術説明役をこなすとともに、フランス製のバイブレータに空気消費や効率の悪さなど様々な問題点があったことから富国通商より国産化の依頼を受け、かつての自動車の研究と同様、一からバイブレータの研究を始めた。

1934年（昭和9年）バイブレータの研究成果第1号機が完成、翌1935年（昭和10年）念願の国産初の量産バイブレータ5台が完成する。当時の名称でコンクリート調質機（外径φ50 mm）の誕生である。「コンクリート調質機」とは、コンクリートの質を調べ良くする意味を表した、1938年（昭和13年）11月国産バイブレータ初の特許（第129025号）取得時の造語である。さらに林製作所は、急激な電力需要増大を必要とした時代の要請にこたえ、1938年（昭和13年）～翌年にかけて2B型（φ70）、3A型（φ100）、4A型（φ120）、5A型（φ150—2人持ち）を完成し実用新案や特許を取得、塚原ダム（宮崎県諸塚村耳川水系1935～1938年）や海外に於ける水豊ダム（中国／満州鴨緑江水系1937～1941年）、豊満ダム（中国／満州松花江水系1937～1943年）建設などに多数納入し、その施工の迅速化に画期的な寄与をしてきた。いずれのバイブレータも当時はエアー駆動式の物であった。その後も国内のダムでは東京都の水道用としての小河内（1938～1957年）ダム（途中戦争のため中断）をはじめ台湾の日月潭ダムなどにエアー式バイブレータ3A型（φ100）を主に納入した。尚、信濃川第二発電所第二期工事（1940～1944年）の小千谷発電所の圧力隧道コンクリート打設用バイブレータ入札案内には「林製作所製空気式単型（外径φ50×全長600 mm）又は同等品」とあったが、当時、該当するバイブレータを製造していたのは林製作所のみであっ

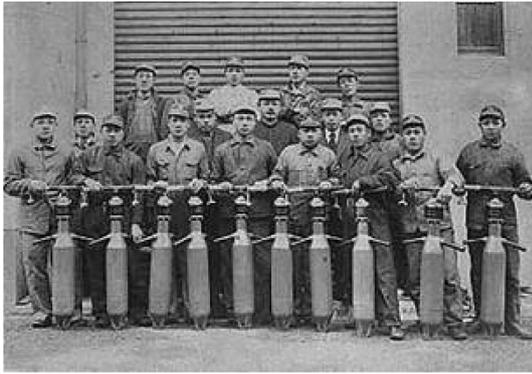


写真-4 エア式バイブレータ

た。更にその後、汎用性の高い電気モーターを原動機とした電気式3機種が生産された。特に当時としては画期的とも言える振動体内部にモーターを内蔵した外径150mm(2人持ち)電気4号型は特筆すべきものであったが、太平洋戦争により鉄鋼等資材調達がままならず製造には大なる苦勞があったという。

2.2 フレキシブルバイブレータの開発

1945年(昭和20年)8月敗戦を迎えた。終戦後の1948年(昭和23年)米軍に接収されていた佐世保ドック改修工事用としてバイブレータ3A型3台を林製作所が受注、GHQからはコンクリート工事には必ずバイブレータを使用せよとの命令もあり、再び国産バイブレータは復活した。この頃からコンクリートバイブレータは、戦後の日本経済復興の過程で欠かせないもの、その底辺を支える商品として着実に用途が拡大し始めた。戦時中、軍需省から指定された“皇国工場”の名のもとに現三笠産業によって1941年(昭和16年)、フレキシブルシャフトを使い開発されたフレキシブルグラインダー技術を応用したフレキシブルバイブレータの製造が始まった。このフレキシブルバイブレータは1942年(昭和17年)内務省土木試験所から発行された土木試験所彙報(図-2)にも紹介されている。また1944年(昭和19年)にはモーター駆動の低周波テーブル振動機や種々の原動機に対応したバイブレー

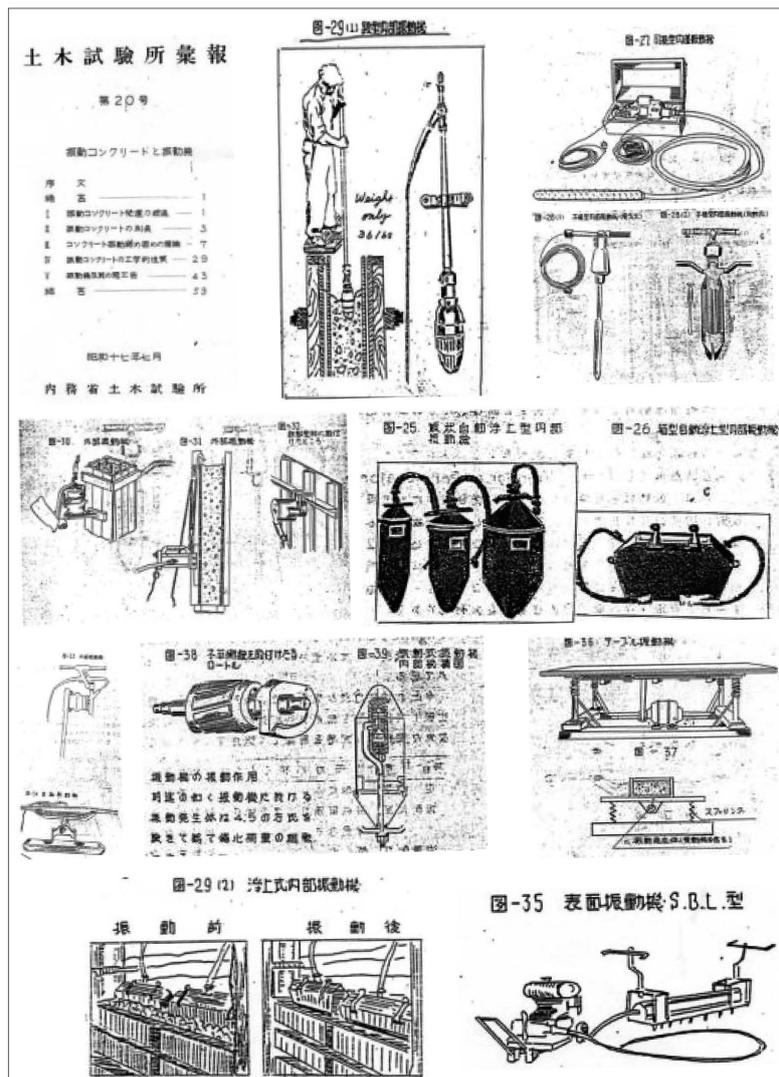


図-2 土木試験所彙報

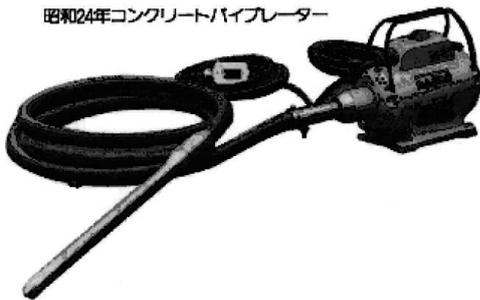
タも生まれ、コンクリート自体の技術開発と並行し多様化が始まった。更に、1949年（昭和24年）に小型化された電気式フレキシブルバイブレータが製造されるとともに、林製作所・三笠産業の国内開発競争が始まった。

2.3 バイブレータ市場の拡大

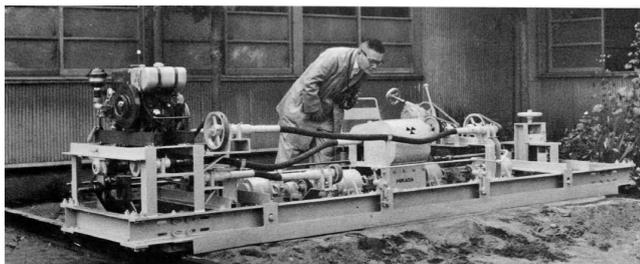
戦後復興の時代は、礎とも言えるインフラ整備のために電力や飲料水の確保を行うべく発電ダムや多目的ダム建設に余念が無かったのでバイブレータの需要が大きく伸び始めた。1949年（昭和24年）に電気式の小型化が進んでからは、1955年（昭和30年）頃までに国内バイブレータメーカー数も徐々に増加し、モーターやエンジン駆動式のフレキシブルシャフト式バイブレータが建築や土木工事でも採用されるようになってきた。当時の振動方式は「偏芯重錘式」で偏芯振り子を回転させる事で振動を発生させる原理が一般的に採用されていた。そして、コンクリート二次製品製造

用や土木建築向けの電気式棒状バイブレータφ25、φ32、φ38、φ43、φ50、φ70（EB/1E/2E/3E）をはじめ壁打式なども市場に投入されていった。また、道路コンクリート舗装用の平面式バイブレータやバイブレーティングスクリードなどの製品も生産されていき、更に二次製品製造用型枠取付けバイブレータとして、1956年（昭和31年）には振動モーターがコンクリート管の製造やPSコンクリート、ホッパー、バケット、テーブルバイブレータ用として製品化され、3相200V、1/4HPと3/4HPの2機種が世に出ている。この時期のコンクリートバイブレータは、①ダム工事、②建築、③港湾、④道路、⑤一般土木、⑥橋梁、に用途が大別され、国内景気の拡大にともない機種の増加、生産台数の伸びへと繋がって行った。そして駐留米軍から日本政府系工事へ、官から民間主体の工事へと、幾多の景気の高揚期を通じ進むにつれてバイブレータも広く普及し、メーカーも増加、性能向上と使い易さへの改良が進み、国内景気のブームに乗って更なる発展を遂げていった。

昭和24年コンクリートバイブレータ



写真一五 内部用電気式標準型バイブレータ

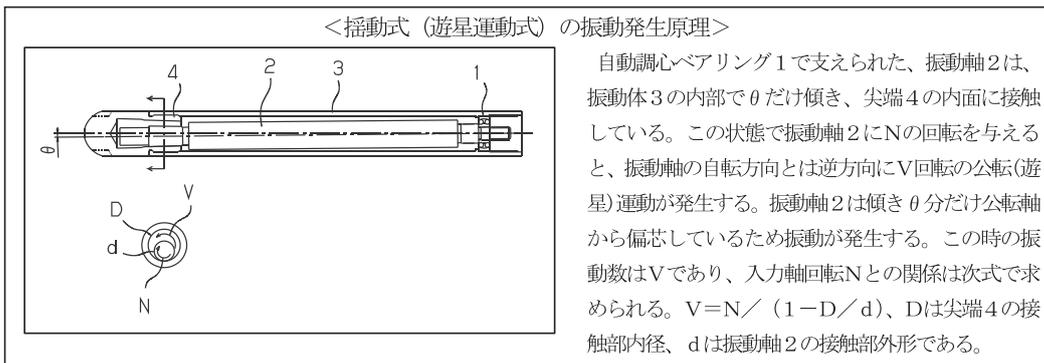


写真一六 外部用エンジン式コンクリート道路フィニッシャ

2.4 フレキシブルバイブレータの進化

1960年（昭和35年）頃になると、バイブレータの性能は格段に上がりフレキシブルバイブレータでは従来6,000～8,000 vpm（毎分振動数）であったものが8,000～10,000 vpm までになり、製品の種類も増加していった。1962年（昭和37年）には従来とは異なる振動方法である揺動式（遊星運動式：実用新案）のバイブレータが発売された（図一3）。この方式はシャフトが1回転すると振動体内部の振動軸が先端内部で3回程度反転運動し、先端内部を打撃するような振動を発生する。駆動源の電気モーターとシャフトが3,600回転と低回転であるにも拘らず、約3～4倍の10,000～12,000の打撃振動が得られるので、シャフトやベアリングの寿命が延びる結果になった。当時は東京オリンピック開催が決まり名神高速や新幹線などの工事

<揺動式（遊星運動式）の振動発生原理>



図一三 揺動式バイブレータの振動発生原理

も多く高度経済成長に移行する時期で、遊星運動式バイブレータの需要拡大の勢いは凄まじく1970年（昭和45年）頃にはピークを迎えた。このころ、コンクリートバイブレータの効果を示し普及させる為の基礎資料として、1968年（昭和43年）建設機械化研究所でコンクリート締固め試験報告書が作成されたが、その中で、三笠産業はコンクリート密度測定表を公表し、現在のコンクリート工事の基礎的な指針が策定された。

2.5 ダム用バイブレータの進化

一方バイブレータ発展の根源であるダム用バイブレータでは、林製作所が戦前に開発した電気式4号型（2人持ち用）を1949年（昭和24年）から改良を繰り返し、1969年（昭和44年）には国産初の高周波ダム用バイブレータ（HIB130：φ131×振動体長さ660mm1人手持ち）と専用電源コンバーター（HCC105/106）として発売した。それにより、寒冷地での使用で排気口が凍りつき作動が不安定だったエア式から電気式へと移行が進み、昭和40年代後半には電気式が主流を占めるようになった。合わせて電気式ダム用バイブレータを用いてダムのマスコン打設用省人バイブレータ「バイバック」（写真—11）の開発に成功したのが1970年（昭和45年）である。1967年（昭和42年）に着工した草木ダム（群馬県草木町、利根川水系渡良瀬川上流）が132万m³もの提体積を有するボリュームであり、手持ち式のコンクリート打設では作業効率が上らない事から開発されたが、当時の製

品は小型バックホー（早崎鉄工所製）のアーム先端に防振装置を付けた高周波電気式バイブレータをセットし専用発電機を搭載したものであった（写真—7）。現在では油圧駆動のバイブレータとなり大型化も図られ、国内はもとより海外においても世界最大の三峡ダム（中国/長江中流域）に十数台が採用される（写真—8）など、ダム工事には欠かせない機械にまで成長している。

※昭和40年代における我が国バイブレータメーカーとしては、林製作所（現エクセン）、三笠産業、特殊電機工業、山田機械工業、東京フレキシブルシャフト製作所、日本ワッカー（輸入販売）があげられる。

3. 現代のバイブレータ

西独ワッカー Gmbh 社の子会社で1960年6月設立の日本ワッカー社（2009（平成21年）年12月に解散）が国内に高周波バイブレータを販売開始したのは1971年（昭和46年）頃であった。この頃、各大学工学部や米国AIC（American Institute of Concrete）などの研究機関によって、生コンに与えるべき振動数、振幅などの研究が進み、一般的な構造用生コンには9,000～14,400vpmが最適であるとされた。国内メーカーでの高周波バイブレータの生産が始まったのは1963年（昭和38年）であったが、この時は普及せず1971年（昭和46年）に再導入し販売競争が始まった。



写真—7 草木ダムとマスコン打設用省人バイブレータ



写真—8 「バイバック」と中国三峡ダム



写真—9 現代のバイブレータ代表例

在来製品に比べ高額であったため当初は大手ゼネコンの一部にしか採用されなかったが、軽量で作業性に優れることから昭和50年代の半ばあたりからは打設工事の主流となりはじめた。その後、改良が加えられ1979年（昭和54年）には高周波専用発電機電源が登場し、さらに作業重量を重視したインバータ式高周波電源が登場したのが1985年（昭和60年）であった。以来今日までの間、高周波バイブレータも進化を続け、振動部とホースの間にパイプを設けたもの（鉄筋絡みを起こさないため）や、回転振動伝達ロスを減らし振動伝播効率を改善したフィン（ひれ）付や、先端部にゴムヘッドをつけて型枠との打撃騒音を低減したものも生まれている。更に、コンクリート中の負荷により変動する振動数に対応するために、高周波バイブレータにマイコン技術を導入しコンクリート打設で最も理想とする12,000rpmをコンクリート中における負荷時でも維持できる画期的な機能も世界に先駆けて開発されてきている（写真—9）。

その他、テーブルバイブレータでは1992年（平成4年）に東京湾横断道の海底トンネル用として大型セグメント製造用テーブルバイブレータ（写真—12）が導入された。トンネル専用バイブレータ、地中連壁工事、原子力発電所の高密度高配筋施工技術に対応する特殊バイブレータの特殊打設装置の開発も行われている。昨今の多彩な要求に対応した製品を建設施工技術の進歩とともに符号させて来た。さらにコンクリー

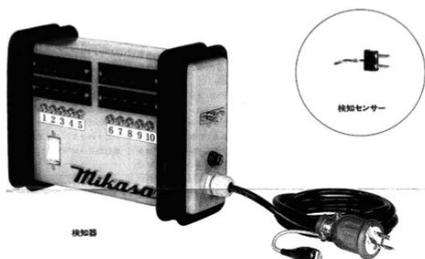
ト打設量の変化やビルの高層化や省エネ化への対応、そしてコンクリート強度UPへの機械技術での対応などバイブレータの性能を改良させながらコンクリートの品質確保と使い易さを追求している。また、打設状況の見える化技術として1996年（平成8年）世界で初めてコンクリート充填検知システム（写真—10）が周辺機器として開発されている。

4. コンクリートバイブレータの今後

近年は、高強度コンクリートの需要拡大とともに、コンクリートバイブレータに依存せずにコンクリートの充填性を良くするため流動性を高める添加剤の開発が盛んに進められ用いられている。コンクリート構造物の耐久性などの最終評価が決まるには数十年を経なければならず、それが正しい技術的方向であるか不明



写真—11 「バイバック」



写真—10 コンクリート充填検知システム



写真—12 「セグメントテーブル」

であるが、バイブレイターメーカーとしては、あくまで基本に忠実に継続して締固め機械およびシステムの開発に全力を注いで行きたい。すでにハード部分では完成形に近づいてはいるものの、過酷な作業環境の改善や安全性の確保等々、ソフト部分では未開の部分も多く更なる充実をはかる必要がある。特に、振動機械であるバイブレイターでは作業者の健康を配慮した白蟻病対策も重要な観点となる。2009年（平成21年）度の厚生労働省発行指令0710にあるように、今後はすべてのバイブレイターで日振動ばく露対策値の2.5 m/sec²以内に抑える事が急務な問題として浮上している。

2重絶縁構造及び電子制御漏電検知システム、コンクリート施工品質を高める充填検知センサー、2次製品工場における自動打設技術等々、作業者の安全性と利便性並びに耐環境性を高めると同時に、コンクリートの進化や工法進化に対応した新形状バイブレイターの開発など、コンクリート建造物の高い信頼性を維持させるコンクリートバイブレイターの技術開発が今後とも続けられなければならない。

5. おわりに

我が国におけるバイブレイターの歴史は表1、表2に示すように1934年（昭和9年）～今日の70年余ではあるが、その間、フレキシブルバイブレイターでは「偏芯重錘式」から「揺動式（遊星運動式）」へと振動方式の大きな変更があり、他のバイブレイターは「偏芯重錘式」の振動方式を基本とした中で、「分断式」「軽便式」など取扱い性を重視した形状変化や、「高周波バイブレイター」のように軽量化や発展性を重視した駆動方式変更（専用電源採用）が行われてきた。また、

表面美観改善要求や二次製品の伸長に伴い型枠バイブレイターが進化して来た。更に大型打設物用として油圧式の「バイバック」や「セグメントテーブル」が今も進化を続けている。これらの進化は各バイブレイターメーカーの開発競争による切磋琢磨の賜物ともいえるが、完成度の高い製品として戦後日本の復興と高度成長、そして今日の近代国家としてのインフラ構築を支えてきた製品である事を自負したい。

「コンクリートから人へ」ではない。良質なセメント生産から始まる「人のためのコンクリート」の一翼を担っているのが我々バイブレイターメーカーである。

コンクリート機械の変遷 編集委員
 (コンクリート機械技術委員会 執筆及び出席審議委員
 H21年4月～H26年8月)

	氏名	所属会社名	担当機種
委員長	大村 高慶	ファーネス エンジニアリング(株)	コンクリートポンプ
委員	小野寺 三男	エクセン(株)	コンクリート振動機
	田中 義一	三笠産業(株)	コンクリート振動機
	田島 将史	三笠産業(株)	コンクリート振動機
	和泉 仁	三笠産業(株)	コンクリート振動機
	清水 弘之	KYB(株)	トラックミキサ
	西村 敏之	(株)北川鉄工所	コンクリートプラント
	吉田 元昭	日工(株)	コンクリートプラント
	山崎 浩太	日工(株)	コンクリートプラント
	稲田 善明	日工(株)	コンクリートポンプ
	大村 信二郎	極東開発工業(株)	コンクリートポンプ
	岡本 太郎	極東開発工業(株)	コンクリートポンプ
	甲山 正治	極東開発工業(株)	コンクリートポンプ
	岡田 喬	富士物産(株)	コンクリート吹付機
	二木 幸男	富士物産(株)	コンクリート吹付機
	伴 康夫	鹿島道路(株)	ユーザー
	木下 洋一	鹿島道路(株)	ユーザー
	内田 正孝	大成建設(株)	ユーザー
	富来 正	(株)フジタ	ユーザー
	浅沼 廉樹	(株)フジタ	ユーザー
事務局	前原 信之	協会 技術部	

表一-1 コンクリートバイブレーター年表-1

年号	西暦	経済トピックス	代表二社の主な製品型式		年別	時代の特徴	
			エクセシ(株)	三笠産業(株)			
昭和	5	1930			1930年代	○国産第一号バイブレーターの開発 ○エアースタム用バイブレーターの開発	
	6	1931					
	7	1932					
	8	1933					
	9	1934	コンクリート調質機 (φ 50)				
	10	1935					
	11	1936					
	12	1937					
	13	1938					
	14	1939	2B/3A/4A/5A				
	15	1940					
	16	1941		フレキシブルバイブレーター			
	17	1942	太平洋戦争				
	18	1943					
19	1944			外部用電気式低周波テーパー振動機			
20	1945						
21	1946						
22	1947						
23	1948			3A 完成形 (戦後初バイブレーター)			
24	1949		内部用電気式標準型バイブレーター				
25	1950						
26	1951	神武景気			1950年代	○エンジン式コンクリート道路舗装用フィニッシャーの開発と普及 ○フレキシブル形内部新動機の改良と普及 ○軽便モータを利用した外部振動機の開発と普及	
27	1952			内部用電気式軽便型バイブレーター			
				外部用エンジン式コテ型外部振動機			
				外部用エンジン式コンクリート道路フィニッシャー			
28	1953						
29	1954						
30	1955	岩戸景気		EB, 1E/2E/3E, MF1/2/3, 1A/2A/3A, 1P			
31	1956						
32	1957			MVU51-3I, MVF/MVI-DM, MVK-FM MVF-HA, MVT-KM90/120/150			
33	1958						
34	1959						
35	1960				1960年代	○低周波振動モータの改良と普及 ○高周波形バイブレーターの開発 ○フレキシブル形バイブレーターの改良と普及 ○電直形バイブレーターの開発と普及 ○背負い式バイブレーターの開発と普及 ○錘形バイブレーターの開発と普及 ○コンクリート締固め試験報告書で日本における試験基準を作成	
36	1961						
37	1962		HV, SPM45/60, KM				
38	1963	いざなぎ景気 東京オリンピック		外部用電気式高周波型棒 (750W) MF			
39	1964			MVI-GM/GE45, MVH-FM			
40	1965			MG, MHFC, MVJ28 高周波 63 φ			
41	1966						

表-1 コンクリートバイブレイター年表-2

年号	西暦	経済トビックス	代表二社の主な製品型式		年代別	時代の特徴		
			エクセン(株)	三笠産業(株)				
昭和 平成	42		KM-2P/4P	MVI-DS45	1970年代	○用途別コンクリートバイブレイターの普及 ○高周波コンクリートバイブレイター(低電圧)の普及期 ○高周波外部振動機の開発と普及 ○タム打設専用機の開発 ○テトラポッド製作用特殊バイブレイターの開発と普及 ○分断式コンクリートバイブレイターの開発と普及 ○2次製品業者向け電直形バイブレイターの開発と普及		
	43		HV280-750	MVI-HD				
	44			直4型				
	45	大阪万博	KF, PS, PL, VB	MVI-MD45				
	46		HV-M/MC	MVI-MD40-60				
	47		HMV40-60, HVP32-45N	MVI-BM				
	48		HKM40/120A, HFC3A/6A	MVI-PC22-60				
	49		KM3S/10S, R2/3	MVI-DM/L22-32				
			HKM40/120B, KCN	MVI-HA				
	50		JFA, HA80					
	51		HTV40-120B, HIB134, VBH					
	52		BFM28-45, HKM40HS, HIB134N	MVK-HFM				
	53		JF28-45, 1PN	MFG-2200, MVW-28-38, FC2/4/6				
	54		HMV30, HFC2,4B	MVT-HKM90-150				
				MVI-N46/N56, MVI-DM70				
	55		B23-38F/D/DS/DL/DH/KC/KD	MSG-1600			1980年代	○鍾形⇒高周波形への過渡期(低電圧モーター導入) ○エアース内部振動機の衰退 ○高周波原動機 コンバータ⇒インバータ化への進歩 ○先端部異形バイブレイターの開発と普及 ○原動機の軽量化(エンジンス式・電気式) ○外部振動機の普及 ○マルチ高周波発電機(高周波・電灯電源・溶接機) ○目的別小型専用機の使用 ○ダム用高周波バイブレイターの開発と普及 ○型枠付式高周波外部振動機の開発と普及 ○フック式高周波外部振動機の開発
			HP50/60	MVG-1100-2500S				
	56		P28DL/KC/KD, HIB150H	MVI-MD30-70, FC-1				
			HFC2,4-4CB/15B					
	57			MVI-MD90, BH70-130				
	58		BA23-38F/FP/D/DS/DL/DH/KC/KD	MVF-G600				
			HBM30-100/LH/LHM					
	59		HKM5B/BS/CS, HKM30BL/LHS	MVI-GM28-70				
			HIB100/130	MFVG-333, MVI-PF				
			KM2,8S-2PA/2,8-2P, HIB150HL	MFS28-38, MDS28-38				
	60		HV28-75ZB, HKM5BSK	FD70-130, MVS-4, FJ80/150				
			HH/JHH100-400	FW220, MVS-4				
	61		HAG2,5FR, HI10B	FU1500, FN6000, FT6000				
	62		HKM153VS/156VS	ML-N410A, MFS/AMDS, AH45-70				
				MX28-38, MZ28-L32				
63		BB23-38F/FP/D/DS/DL/DH/KC/KD	MZ-P400, MZ-S1200					
		HAG212F/292F5/292F6/322YDS	FW335, FW556, FZ130					
		HBM30-80A, HKM30HS/40LFS/40BFS	FJ80A/150A					
		H110C-225B						
		BC28DLU, GCL5500						
64	1989		FX45-60S, FW214-233	1990年代	○軽便バイブレイターの二重絶縁化 ○高周波バイブレイターに世界で初めてマイコン技術を導入 ○高周波バイブレイターに世界で初めてマイコン技術を導入 ○フック式高周波外部振動機の使用 ○高周波バイブレイター原動機の更なる小型化 ○低騒音高周波エンジン発電機の使用 ○コンクリート充填検知システムの開発(世界初, 打設状況の見える化)			
元年			MZ-F100A, FZ130					
2	1990		VH/VHB32-52, VC1/2A					
3	1991		VHS32/42VHW62/72, VCW-1					
4	1992		FG100/200, FU1200					
5	1993		FJH-550/750, VCI/II					
6	1994		MSX28-38, MB-F100					
7	1995							

