

部 会 報 告

我が国における締固め機械の変遷（その 1. 黎明期～昭和 30 年代）

機械部会 路盤・舗装機械技術委員会（締固め機械変遷分科会）

はじめに

道路や宅地、ダムなどの構築の際、基礎となる土や、アスファルト混合物、コンクリートは外力や気象の影響を受けても変形しない必要がある。締固め機械の歴史を振り返ると、このことが人々の生活において古くから望まれていたことが分かる。最初に、締固め機械の歴史を簡単に紹介し、締固め機械の歴史は、道具としての生い立ちから、機械化へとつながっている事を述べる。

紀元前 3000 年頃、シュメール人による木製の車輪の発明を機に、車輪が輸送装置として登場した。紀元前 500 年頃にはケルト人によって木製の車輪に鉄を巻いた車輪に改良され、車輪が人々の主要な輸送手段として活躍していた。そして、1888 年 J.B.Dunlop（仏）が車輪用に空気入りタイヤを開発すると、輸送、移動装置はタイヤへと移行され、剛性輪の車輪は締固めに限定されて行く。初めて作られたローラは 1700 年代にヨーロッパにて作られた人力によるけん引式のローラである。それは、今日テニスコートやグラウンドなどの締固め作業に使用されるコートローラそのものである。重ければ良く締まるという原理から、ローラの重量は必然的に増した。人のけん引力の限界を超えると、1725 年には牛馬によるけん引式のローラが発明されている。しかし、牛馬によるけん引は機動性、施工条件の面から頭数に制約があり、けん引できる重量にも限界があった。1800 年代に効率のよいスチームエンジンが発明されると、1861 年にはローラへ搭載され、初の建設機械としての自走式ローラの登場となる。このローラは前輪 1 輪、後輪 2 輪のローラで、翌 1862 年にはこのタンデムタイプのローラも発明されている。1900 年代に入ると、原動機に内燃機関が採用され、原動機の小型化、高出力化はそれまでの耐久性、作業性を大幅に向上させた。

以上の歴史を踏まえて国内の歴史が始まるのである。

本文は、締固め機械の国内における歴史を紐解き、どのような変遷を遂げてきたかを熟知し、今後のあるべき姿を模索する上での参考とするものである。

第 1 章 黎明期～昭和 50 年代

明治 6 年（1873 年）

石造ローラが、東京府内銀座通りの構築に使用された。

明治 28 年（1895 年）

東京府が、スチームローラ（ヤットー社）を購入。

明治 43 年（1910 年）

中外アスファルトが、6 トンタンデム型スチームローラ（アベリングポータ社（英））を購入。東京市内の車道舗装に取り組んだ。

大正 9 年（1920 年）

宝田石油が、10 トンマカダムローラ（オースチン）3 台を購入。

大正 11 年（1922 年）

第 1 次世界大戦後の不況によりわが国の産業界が深刻な影響を受けたとき、三菱造船は不況対策の一つとして、当時わが国で製作されていなかったロードローラに着目した。そしてアメリカのバッファロー社の製品をモデルとして、国産初の蒸気ロードローラの製作を開始した（写真 1—1）。その種類はタンデム型 4 機種、マカダム型 3 機種で、大正 12 年（1923 年）に襲った関東大震災に多数活躍するとともに、各都市の道路復興に大きく寄与した。

蒸気式のロードローラは数年間製作が続けられ、合計百数十台製作実績を得たのち、小型ディーゼルエ

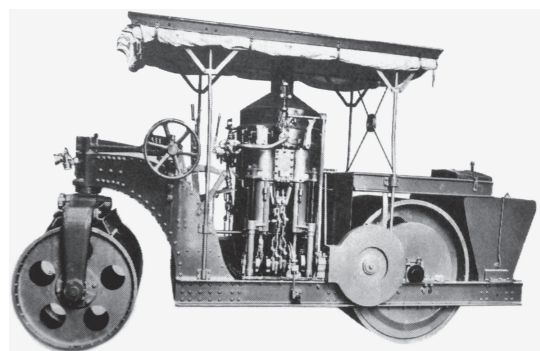


写真 1—1 三菱造船 マカダムローラ

エンジンの完成を機にディーゼル式に切り換えられた。ディーゼル式ロードローラはマカダム型3機種が製作され、軽快な操作性で各方面から好評を得たにも係わらず昭和9年(1934年)以降の軍需生産への転換に伴い製造中止となる。

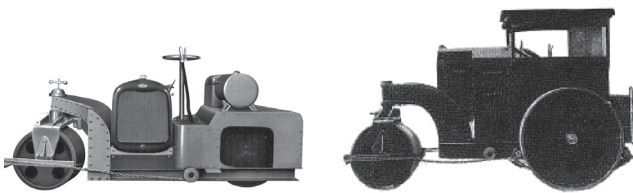
大正13年(1924年)

日本石油(株)(現JXホールディングス)道路部の保有するローラは次のようである。12トンマカダムローラ(オースチンガソリン駆動),10トンマカダムローラ(オースチンガソリン駆動スカリファイヤ付き),10トンマカダムローラ(バッファロスプリングフィールドガソリン駆動),10トンマカダムローラ(モナーキスチーム駆動),8トンタンデムローラ(バッファロスプリングフィールドガソリン駆動),8トンタンデムローラ(三菱造船所スチーム駆動),6トンタンデムローラ(バッファロスプリングフィールドガソリン駆動),1トンハンドローラ(マーシャルマニュミットガソリン駆動)

昭和4年(1929年)

酒井工作所(現酒井重工業(株))

内燃機関搭載タンデムローラを製作販売開始。翌5年にはマカダムローラを製作販売開始(写真1-2)。両機とも内燃機関搭載ローラとしては国産第1号とされている。詳細不詳ながら両機とも自重6トン級、たずな操向方式と推測される。



タンデムローラ

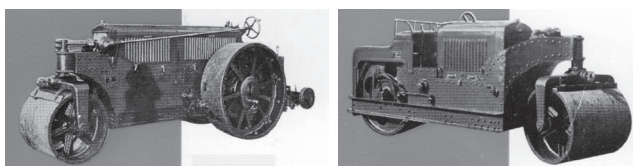
マカダムローラ

写真1-2 酒井工作所 タンデム/マカダムローラ

昭和6年(1931年)

渡辺機械工業(株)(現日立建機カミーノ(株))

ガリオン社(米)から図面購入しガソリン機関駆動マカダムおよびタンデムローラ(写真1-3)を製作、



マカダムローラ

タンデムローラ

写真1-3 渡辺機械工業(株) マカダム/タンデムローラ

日本石油(株)建設部に納入。

昭和7年(1932年)

酒井工作所

サカキE,F型タンデムローラ6トン(写真1-4)

車体は型鋼を主材として鋼板を鋸接した前輪操向、後輪駆動のタンデムローラ。最終減速はチェーンにより駆動され、操向装置は歯車を介してハンドルの回転力を伝達する人力式と分岐動力を利用した動力式が存在した。また、特別仕様として三様安全型木桿(前後進、変速、クラッチの3操作を1本のレバーで行う機構)があった。F型はE型のロール内に追加荷重を可能にし、最終減速を歯車駆動に変更したもの。

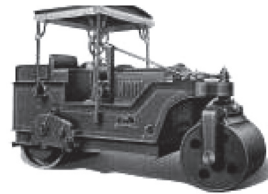


写真1-4 酒井工作所
タンデムローラ

昭和8年(1933年)

酒井工作所

サカキS,K型マカダムローラ6~8トン(写真1-5)

車体構造はサカキE及びF型に準じ、歯車噛み合い式による後輪駆動。後輪は双対乾式多盤クラッチによる作動式、または固定式。特殊仕様としてスカリファイア・グレーダが装着可能。K型はS型のロール内に追加荷重を可能にしたものである。

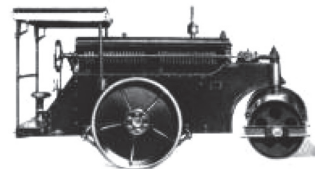


写真1-5 酒井工作所
マカダムローラ

昭和14年(1939年)

渡辺機械工業(株)

旧陸軍向けマカダムローラを製作(写真1-6)。この外形が後の全輪駆動ローラが出るまでの基本形となる。

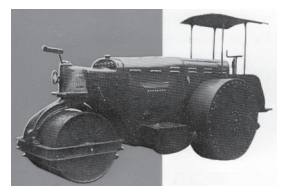


写真1-6 渡辺機械工業(株)
マカダムローラ

昭和15年(1940年)

酒井工作所

サカキスチームローラ4~12トン(写真1-7)

主に軍用として製作。

サカキスチームローラS,K型6及び8トン(写真1-8)

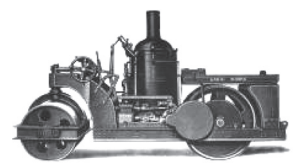


写真1-7 酒井工作所
スチームローラ
(タンデム)

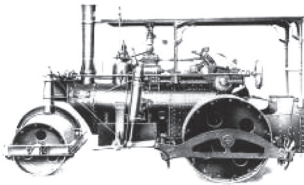


写真1-8 酒井工作所
スチームローラ
(マカダム)

主に軍用として製作。
K型はS型のロール内
に追加荷重(1~2トン)
を可能にしたものであ
る。

床の破碎或は簡易な杭打ち作業を行う機械であった。
即ち従来人手によって施工された胴突地固め(蛸突き)
或はヨイト捲け作業を機械化したものである。

昭和29年(1954年)

日本舗道(株)(現(株)NIPPO)が、ソイルコンパクタ
を導入。

昭和24年(1949年)

渡辺機械工業(株)

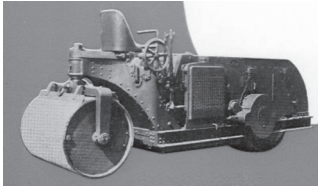


写真1-9 渡辺機械工業(株)
タンデムローラ

バッファロー・スプ
リングフィールド社か
ら図面を購入しタンデ
ムローラを製作(写真1
-9)。

渡辺機械工業(株)

国産第1号自走式タイヤローラを製作(写真1-12)。

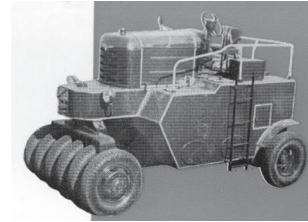


写真1-12 渡辺機械工業(株)
自走式タイヤローラ

タイヤの踏面には溝があ
り、通常のトラックタイ
ヤを使用していたと思わ
れる。後(1970年)のWP15
WE型と同様に前方視界
が広く取れるフレーム形
状になっている。

昭和27年(1952年)

渡辺機械工業(株)

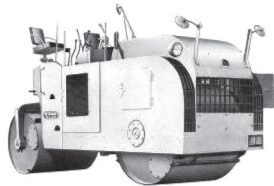


写真1-10 渡辺機械工業(株)
WTR60

WTR60 タンデム重量6
トンクラッチ式の前後進機
を採用し、進行方向切替時
のショック低減と停止時
間の短縮を図った(写真1
-10)。

昭和30年(1955年)

渡辺機械工業(株)

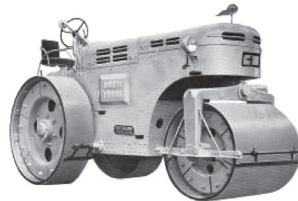


写真1-13 渡辺機械工業(株)
WMK82

WMK82 マカダム10
トン通称「建設省型」建
設省の指導により製作・
納入された(写真1-
13)。油圧式パワーステ
アリングで操向舵はホ
イール式。8~15トン
までシリーズ化された。

昭和28年(1953年)

舗装工事に被けん引式タイヤローラが試用された。

(株)明和製作所

ジャンプランマ MS-5A, 5B, 5C 重量100, 85,
60kg(写真1-11)



写真1-11 (株)明和製作所 ジャンプランマ施工状況

土工事における、労働力の緩和と能率増進を図る
ため、人力胴突き作業の機械化に取組み、ジャンプラン
マを製作、販売開始する。

本機はガソリンエンジンを応用したもので、爆発に
より機体全体が自動的に跳ね上がり、その自重により
落下して、土砂及び割栗石の締固め又はコンクリート

昭和31年(1956年)

日本舗道(株)が、0.5トン小型振動ローラ(ウェラー(西
独))を導入。

昭和32年(1957年)

ボーマク社(独)BW75型ハンドガイド式振動ロー
ラの発売(写真1-14)。

てこ式でハンドルを切り、歩きながら使う非近代的な
機械との評価もあったが、両輪駆動、両輪振動(180°
交叉振動)で、砂地、軟弱
地盤からアスファルト舗装
転圧の仕上げまで可能で
あった。その締固め力の強
さ、アスファルト舗装の仕
上りの良さ等に加え安全性
を評価され、大きな実績と
脚光を浴びるに至った。

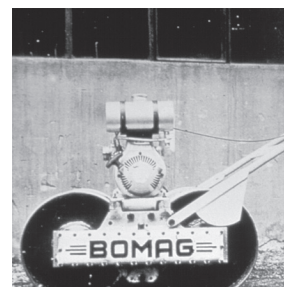


写真1-14 ボーマク社 BW75

(株)酒井工作所

MA20型 8及び10トン, KA10型 マカダムローラ 8~10トン及び10~12トン(写真1-15)

従来のフレーム構造は型钢の台枠に鋼板を銲接していたが、溶接技術の進歩により鋼板溶接構造が容易になってきた。加工費、材料費が大幅低減され、前後輪への重量配分の適正化が期待できることから、溶接による鋼板一体構造のマカダムローラを開発した。



写真1-15 (株)酒井工作所 MK型

昭和33年(1958年)

日本舗道(株)が、タイヤローラ(アルバレー(仏))を輸入、また、25トンタイヤローラ(ファークソン(米))が輸入され、国産大型タイヤローラの先駆けとなった。

(株)酒井工作所

WH5012型三軸タンデムローラ13~20トン(写真1-16)

高速道路の新設が増加するにつれ、舗装平坦性の精度向上が要求され、従来の二軸構造では向上が見込めないため、三軸構造のタンデムローラを開発した。

このローラは大径の駆動輪1ヶと、揺動ビームに天秤式に支持された2ヶの案内輪から構成され、ビームは運転席にて下記3段に切換え可能になっている。(図1-1)

- (1) 自由上下動…ビームは自由で、路面形状に追従して揺動。主に回送時使用。
- (2) 半固定…後部案内輪は上方にのみ揺動可能で、道路凸面に対して一輪めは軽い転圧を行い、二輪めは最大転圧を行うことが可能。主に舗装の初転圧時使用。
- (3) 全固定…ビームは固定され、全輪は常に水平位置を保つ。主に舗装の仕上げ転圧や平坦度を要求される現場に使用。

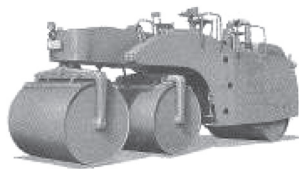


写真1-16 (株)酒井工作所 WH5012

アスファルト舗装敷きならし技術の向上により、昭和50年以降需要は激減した。

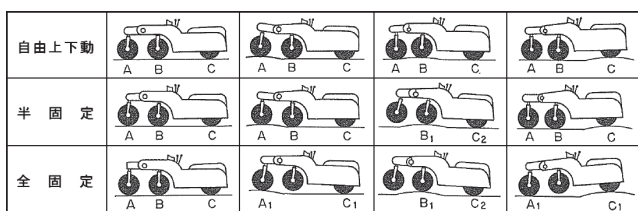


図1-1 重量配分と転圧効果

昭和34年(1959年)

渡辺機械工業(株)

WP15タイヤ8.5~18トン 前輪5, 後輪6 盛土や路盤の締固めにタイヤローラの需要が多くなったことをうけ量産化された(写真1-17)。

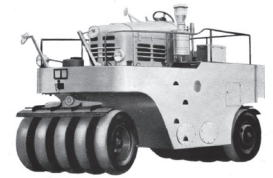


写真1-17 渡辺機械工業(株) WP15

溝無しのタイヤ、バラストによる作業重量の加減、給散水装置、マットブラシやデフロック等現在のタイヤローラと変わらない機能・構造となっている。

三笠産業(株)

MVCS-4型 600kg(写真1-18)

転圧盤に設けた差動ギアでステアリング操作を可能



写真1-18 三笠産業(株) MVCS-4

にする起振装置(振動数1,000~1,600vpm)を用いた平板締固め機械。三笠独自に開発した2サイクルガソリンエンジンを搭載し、毎分9~12mのスピードで前進しながら転圧する。

昭和35年(1960年)

(株)明和製作所

ソイルコンパクト MV-1, 1R, 1Y 全機種500kg(写真1-19)

従来の締固めは、ローラ、ランマ等の転圧機械によって行われていたが、それ以上に粒子を密にして表面を平滑にする機械として製造、販売される。作業と移動の際、運搬用のタイヤがスパナ一本で上下に動かすことができる構造になっているためタイヤを取外す必要がない。

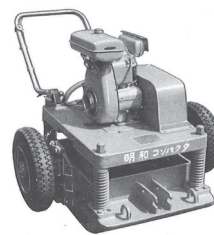


写真1-19 (株)明和製作所 MV-1

渡辺機械工業(株)

WTXC19タンデム13~18.5トン(写真1-20)

交通量の急激な増大に伴う車両の高速化によって、より精密で平坦性の高い道路舗装が要求された。要求される接地圧や平坦性に合わせ、後輪2軸のロック・アンロックが選択できる。

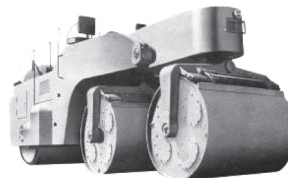


写真1-20 渡辺機械工業(株) WTXC19

(株)酒井工作所

TR4113 型 タイヤローラ 13～27 トン (写真 1—21)

道路走行車両の増大、高速化及び重量化に伴い高速自動車道の新設等道路工事は大型化が必要とされた。このような要望に応え、各社は機動性があり、均一な接地圧を有しかつ大きな締固め効果が得られるタイヤローラを開発した。

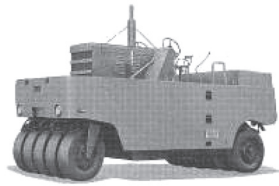


写真 1—21 (株)酒井工作所 TR4113

本機の主な特徴は

- (1) 後輪タイヤは空気バネにより車体を独立支持し、不陸に追従して可動するため、常に均一な接地圧を保ちながら転圧が可能。
- (2) 後輪の空気バネはそれぞれ連通されているため、各タイヤの位置にかかわらず輪荷重は一定である (図 1—2)。
- (3) 空気バネの空気を抜けば全タイヤ固定のローラとして使用できる。
- (4) 前輪の操向はキャスタ角を装備した独立操向で、各輪相互間は連動されているため、旋回時の抵抗は極めて小さく、高速時には復元性をもった安定した操向特性を有している。
- (5) タイヤ空気圧調整装置を装備しているため、バラスト重量の加減と合わせて広範囲な接地圧調整が可能である (図 1—2)。

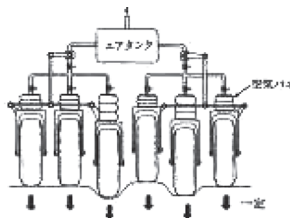


図 1—2 空気バネ懸架機構

三菱重工業(株)

フランスのソシエテ・アノニム・アルバレー社と締固め機械の技術提携を行った。同年、タイヤローラ試作機を作製して、グラウンドや工場敷地等での転圧テストや自走テストを実施した。

昭和 36 年 (1961 年)

三菱重工業(株)

“イソパクタ”の商品名で、IS—1 型 12～25 トン (写真 1—22) を発売した。

5 個の前輪を油圧シリンダで支持して自由に上下させる“均一締固め機構”と

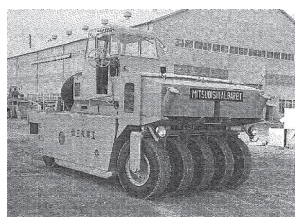


写真 1—22 三菱重工業(株) IS—1

ステアリングのためのラダー機構を採用。抜群の締め性能で多くのユーザから高い評価を得た。

三笠産業(株)

MTR-60 型 63 kg (写真 1—23)

国産初のエンジン直結式ランマは、 그리스潤滑式本体に富士重工業製空冷 2 サイクルエンジンが搭載された。エンジン回転数 3,200 rpm はクランクギアを介して毎分 600～700 回の連続的な上下運動に変換され路盤に衝撃を与えながら前進し締固める。



写真 1—23 三笠産業(株) MTR-60

昭和 37 年 (1962 年)

(株)明和製作所

バイプロランマ VRA-120, 80, 60 重量 120, 88, 68 kg 一回毎に着火し、跳びはねて締固めるジャンプランマに対し、ガソリンエンジンを搭載し、そのエンジンの動力を V ベルトにより本機に伝達、クランク機構により往復運動に変え、スプリングを介して打撃板を上下振動させるバイプロランマを開発した。いままでのジャンプランマに比べ連続して締固めを行うことで、作業効率が大幅にアップし、安全性も向上した。

また、機構を活かした電動モータ式の機械も開発された (写真 1—24)。

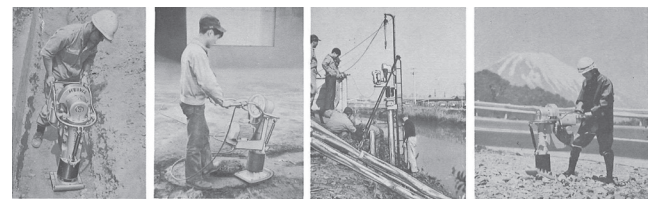


写真 1—24 (株)明和製作所 バイプロランマ使用状況

渡辺機械工業(株)

WP25 タイヤローラ 14.5～25 トン前輪 5、後輪 4、前後輪共に垂直揺動できるので路面形状に関わらず均一な接地圧が得られ、転圧のみならずプルーフローリング等へ用途が広がった (写真 1—25)。

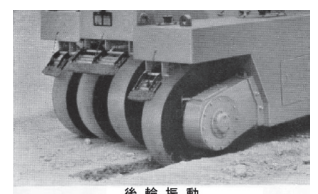
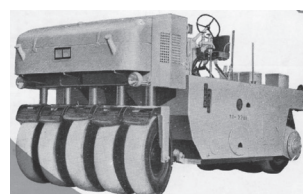


写真 1—25 渡辺機械工業(株) WP25

昭和 38 年 (1963 年)

三笠産業(株)

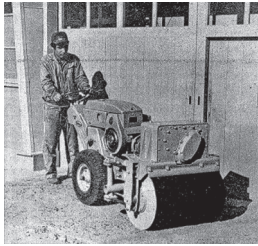


写真 1-26 三笠産業(株)
MRV-10

バイブレーションローラ MRV-10 型 710 kg ロビン KD61B 型 6PS エンジンを搭載し振動数 950 ~ 1,100 vpm により 1,350 ~ 1,850 kgf の遠心力を生む小型振動ローラを発表 (写真 1-26)。“ぬかるみから通れる道”を合言葉に特に側道工事で活躍した。

(株)酒井工作所

FT1 6 ~ 10 トン, FT11 3.3 ~ 5.4 トン 被けん引式タンピングローラ (写真 1-27)

道路, 飛行場, 堤防, アースダム等の盛土転圧用として開発した。大きな特長であるパッドは高い接地圧にて土中に貫入し, こね返すため高含水比の土, 細粒土, 粘性土等に適する。ドラム内には水又は砂を入れて重量を増減できる。



写真 1-27 (株)酒井工作所
被けん引式タンピングローラ

昭和 39 年 (1964 年)

渡辺機械工業(株)

WP20 タイヤ 10 ~ 20 トン前輪 5, 後輪 6, WP25 の後軸の揺動方式を改良, 後輪が 6 本に増え輪荷重も小さくなった。軽量型に位置づけられる (写真 1-28, 図 1-3)。

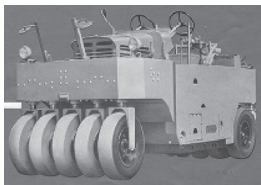


写真 1-28 渡辺機械工業(株)
WP20

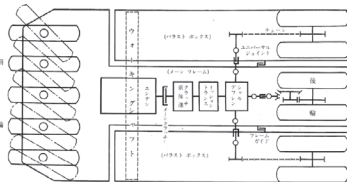


図 1-3 伝導装置概略図

三菱重工業(株)

トルクコンバータ付の IS-2 型を発売した。高速自動車道路や新幹線などの大型路盤転圧で好評を博した (IS-2, 12 ~ 25 トン)。

三笠産業(株)

MVCS-2 型 72 kg, MVCS-3 型 120kg (写真 1-29),

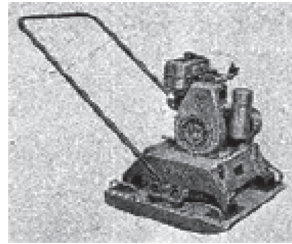
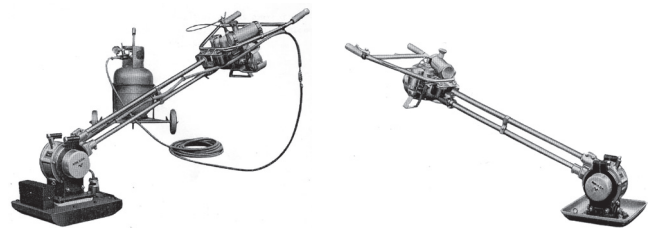


写真 1-29 三笠産業(株)
MVCS-3

MVCS-2 型 (ロビン KM21 付き) は MVCS-3 型 (ロビン EC53D 付き) と同様 2 サイクルガソリンエンジンを使って毎分 1,000 ~ 1,200 vpm の 2 軸偏心振り子の起振力により前進しながら転圧する平板締め機械であった。重量級コンパクト主流の時代に操作性と利便性を活かした軽量タイプが発表された。毎分 4 ~ 8 m の転圧スピードは現在では極めて遅いスピードである。

MVCP 型 45 kg 堰堤の斜面を平滑にするスローブタンパが発表された (写真 1-30)。



MVCP 型舗装用

MVCP 型スローブタンパ

写真 1-30 三笠産業(株) MVCP

小排気量 (32.5 cc) の 2 サイクルガソリンエンジンを運転ハンドル前に置き, 自由にエンジンの回転を調整しながら平板締め部に 1 軸起振体を置いた特殊な構造であった。

次号では, 第 1 章 (その 2. 昭和 40 年代) を掲載いたします。

J C M A

参考文献

- 日本建設機械要覧
- 建設機械概要
- 日本舗道五十年史

写真提供

- キャタピラー・ジャパン(株)
- コベルコ建機(株)
- 酒井重工業(株)
- (株)NIPPO
- 日立建機カミーノ(株)
- 三笠産業(株)
- (株)明和製作所