

LWシリーズ・MWシリーズコントロールユニット

福井 孝 男*1)

1. はじめに

コントロールユニットはシステムの状態を確認し、動作の指示を与えるマン・マシンインタフェースとして重要な役割を持っている。これらのコントロールユニットは産業機器から民生機器に至る多くの分野で使用されており、それぞれの用途に適した仕様のコントロールユニットが商品化されている。最近では特殊な用途の機器装置に対応した用途別の商品化が進んでいる。

当社では数年前からコントロールユニットの用途別商品化の展開を進めているが、今回は軽操作荷重、微少負荷対応として開発した「LWシリーズ」及び、屋外で 사용되는建設機械などの特殊車両用として開発した「MWシリーズ」の開発経過とコンセプトについて述べる。

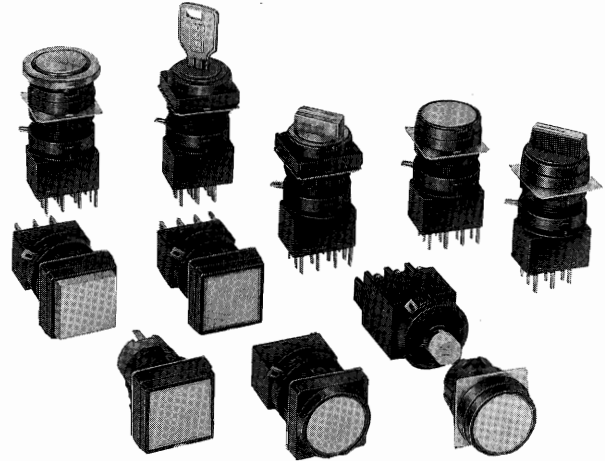


図1. LWシリーズ外観

2. LWシリーズコントロールユニット

2.1 開発コンセプト

φ22取り付けのコントロールユニットとしてはTWシリーズを商品化しており、産業機械などの多くの分野で使用されている。しかし、TWシリーズは堅牢でHeavy Typeのコンセプトで商品化していることから、食品機械、包装機械、印刷機械などに使用した場合、機械の用途とデザインに合致しない場合もあった。

今回、φ22コントロールユニットの用途別商品化の一環として、食品機械などの小型機械に適したデザインと軽操作荷重のLWシリーズを発売した。このLWシリーズの開発コンセプトは次の通りである。

(1) 小形で確実な操作部

LWシリーズでは、Lightで斬新なイメージのデザインと、オペレータが加工状態を見ながらでも確実に操作できる大きさを重視した結果、リング高さをパネル面から9mm、リング外径を26mm(TWシリーズはリング高さ13mm、リング外径30mm)とした。最小取付ピッチは縦横共にリング外径と同じ26mmとしてパネル面の省スペースを実現

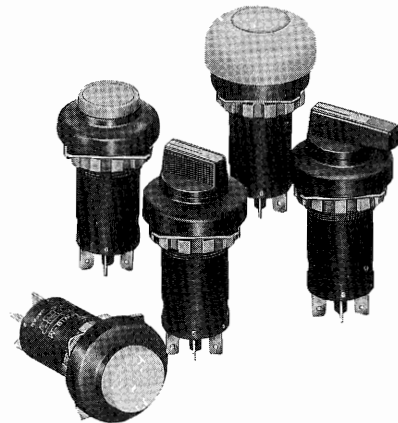


図2. MWシリーズ外観

し、集合密着取り付けを可能とした。

(2) 軽快な操作感

今後の高齢化社会において、第一線の現場に高齢作業者の増加が予想される。LWシリーズは高齢者や女性のオペレータにとって負担にならない操作性を考慮し、操作荷重：350g(1C)～480g(3C)、操作ストローク：3mmとした。接点部には動作時クリック感を持つマイクロスイッチを使用し、指先にスイッチ反転動作の感触が得られる操作感を出した。図3にストローク—荷重曲線を示す。

*1) 第1事業部 設計技術部

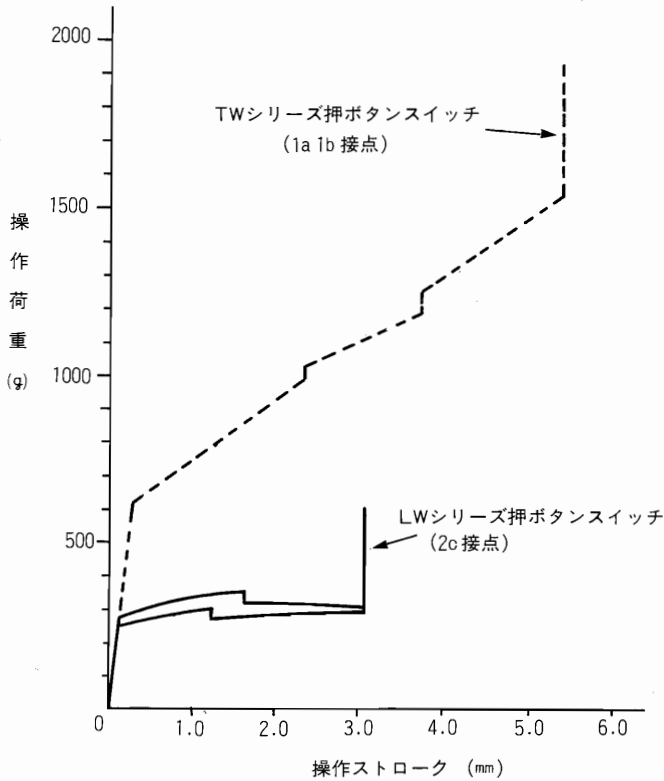


図3. LWシリーズ及びTWシリーズ押ボタンスイッチのストローク-荷重曲線

(3) 微少負荷への対応

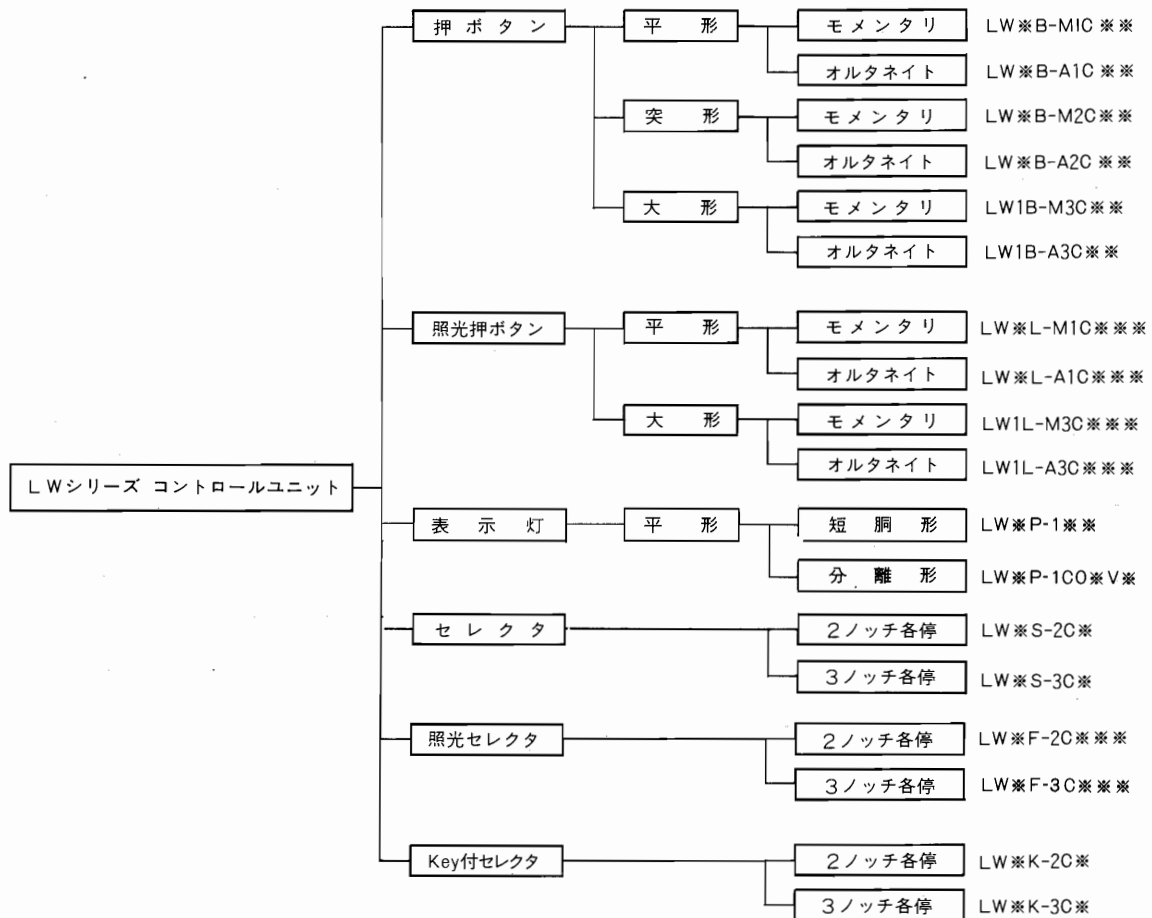
最近では機器、装置のPCなどによる電子制御が主流になってきていることから、安定した微少負荷開閉能力の要求が増加している。LWシリーズは微少負荷開閉能力を重視し、接点部に接触抵抗が低く、安定性に優れたマイクロスイッチを採用した。マイクロスイッチは、先に発売され好評を得ているMAシリーズ及び、H 6シリーズで実績のあるマイクロスイッチを流用した。

2.2 バリエーションと性能、定格

LWシリーズの機能別に見たバリエーションを表1、外形寸法を図4に示す。各スイッチの端子形状は、タブ#110端子(ポジティブロック対応)、プリント基板端子、ねじ端子の3種類があり、接点構成は1C~3C(ねじ端子は2Cのみ)である。表示灯は構造及び、端子形状別に短胴タイプのタブ#110端子とねじ端子及び、セパレートタイプのプリント基板端子の3種類がある。セパレートタイプのプリント基板端子表示灯は、他のスイッチと組合わせてワンボード化することが可能な構造とした。

LWシリーズ性能仕様と接点定格仕様を表2に示す。

表1. LWシリーズバリエーション



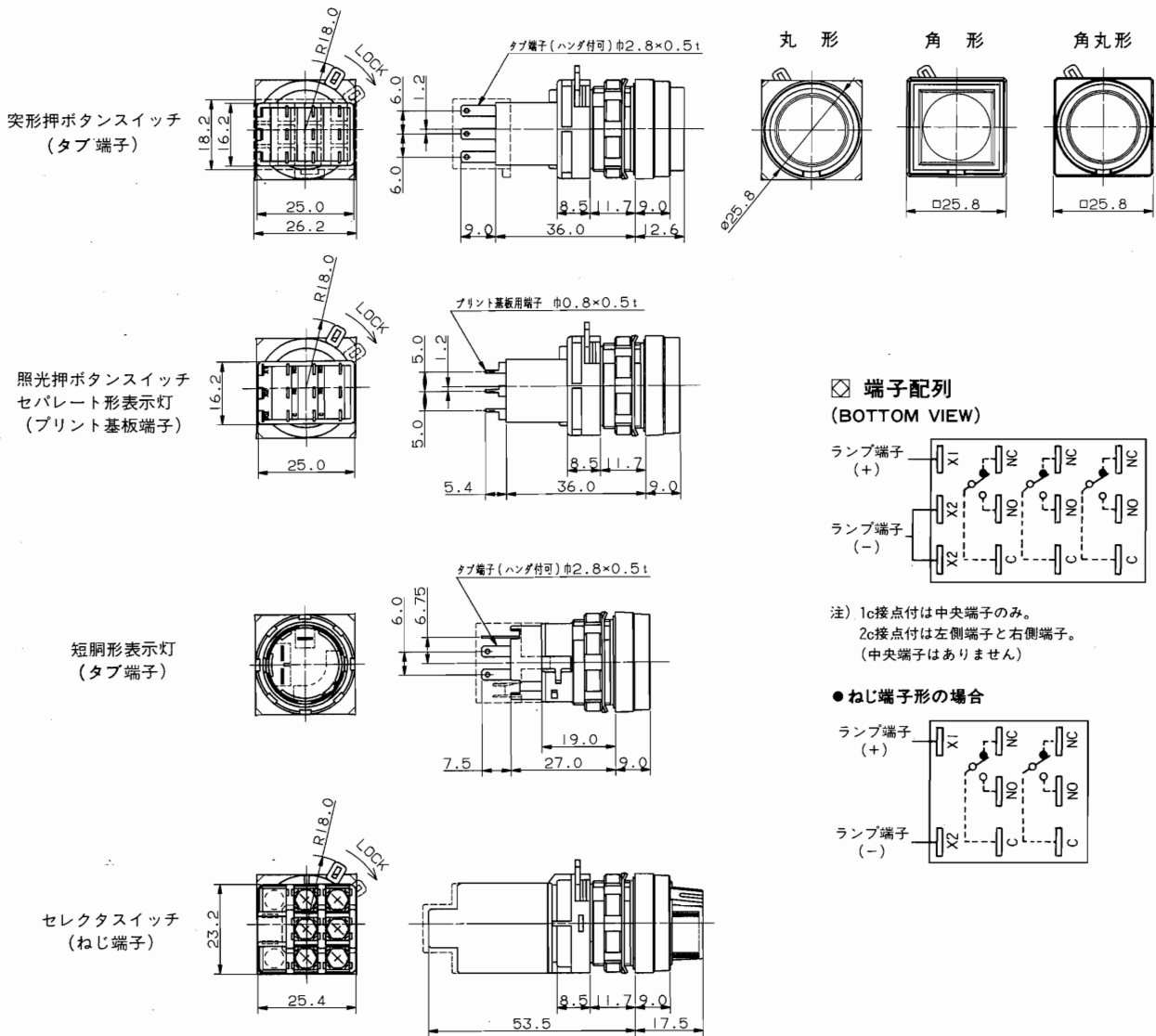


図4. LWシリーズ代表機種外形寸法・端子配列

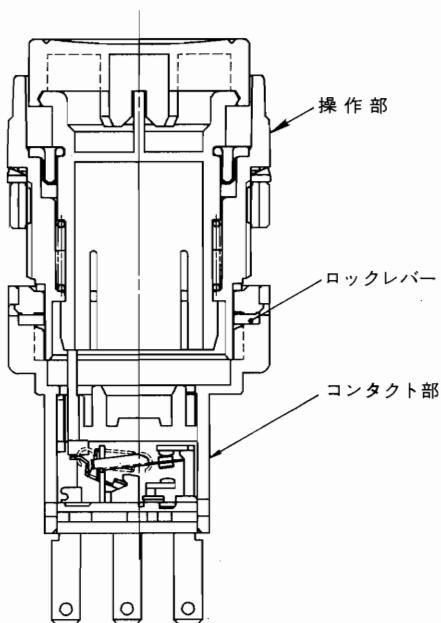


図5. LWシリーズ押ボタンスイッチ全体構造図

2.3 構造

2.3.1 セパレート構造

LWシリーズ押ボタンスイッチの全体構造を図5に示す。LWシリーズの構造は操作部とコンタクト部をロックレバーによって着脱可能なセパレート構造である。コントロールユニットをセパレート構造にすることによる利点は次の通りである。

- ・コンタクト部の変更ができるため、接点数や接点種類、端子形状を容易に変更できる。
- ・コンタクト部の配線をはずさずに操作部の交換ができるため、パネル面のレイアウトを容易に変更できる。
- ・操作部の取り付けとコンタクト部の配線を別々の工程で実施できることから、作業効率が向上する。

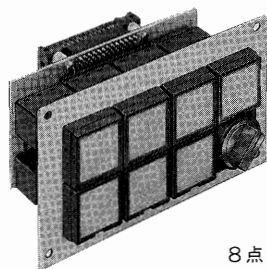
次に、LWシリーズはパネル面から端子面までの奥行き寸法を36mmと統一し、プリント基板配線によるワンボー

表2. LWシリーズ性能仕様、接点定格

☑ 性能仕様

標準使用状態	周囲温度：-25～+60℃（氷結しないこと） ただし、LED照光は-25～+50℃ （保存周囲温度：-40～+80℃） 相対湿度：45～85%
接触抵抗	50mΩ以下（初期値）
絶縁抵抗	100MΩ以上（DC500Vメガにて）
耐電圧	スイッチ部 充電部とアース間：AC2500V・1分間 異極端子間：AC2500V・1分間 同極端子間：AC1000V・1分間
	照光部 充電部とアース間：AC2500V・1分間
耐振動	誤動作 5～55Hz 複振幅1mm
耐衝撃	耐久性 1000m/s ² （約100G）
	誤動作 100m/s ² （約10G）
寿命	機械的 モメンタリ形：100万回以上 オルタネイト形：50万回以上 セレクトスイッチ：25万回以上 鍵付セレクトスイッチ：25万回以上 照光セレクトスイッチ：25万回以上
	電気的 モメンタリ形：10万回以上（注1） オルタネイト形：10万回以上（注2） セレクトスイッチ：10万回以上（注2）
保護構造	防噴流形（JIS C 0920/JEM1030） IP65（IEC pub529）
端子形状	はんだづけ兼用タブ110端子 プリント基板用端子 ねじ端子形

（注1）開閉頻度1800回/時 （注2）開閉頻度900回/時



8点タイプ

図6. ワンボード化したLWシリーズ

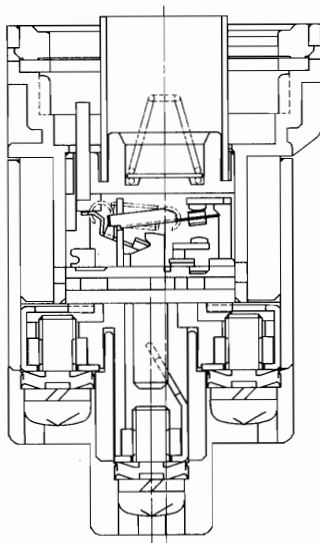


図7. LWシリーズねじ端子コンタクトブロック構造図

☑ 接点定格

● 金接点

定格絶縁電圧	AC/DC250V	
最大通電電流	3A	
定格使用電圧	DC30V	AC125V
定格使用電流（抵抗負荷）	0.1A	0.1A
接点材質	銀に金クラッド、クロスバー接点	

● 最小適用負荷（参考値）= AC/DC5V・1mA
（使用可能領域は使用条件や負荷の種類によって変動する場合があります。）

● 銀接点

定格使用電圧		30V	125V	250V
定格使用電流	交流 50/60Hz	抵抗負荷 誘導負荷	— 3A 2A	— 2A 1.5A
	直流	抵抗負荷 誘導負荷	2A 1A	— 0.4A 0.2A
定格通電電流		5A		
接点材質		銀		

注）交流誘導負荷：PF=0.6～0.7、直流誘導負荷：L/R=7ms以下

ド化を可能とした。LWシリーズのワンボードの例を図6に示す。コンタクト部側は、プリント基板にあけた穴から小型のドライバーなどでロックレバーを左に回わすことにより容易に分離できる。ワンボード化することによる利点としては、省配線、省工数などが挙げられ、それに伴うコストダウンが期待できる。

以上述べたセパレート構造及び、奥行き寸法は、先に発売されたH6シリーズと共通にしたため、LWシリーズ、H6シリーズを混在させてワンボード化することも可能である。

2.3.2 ねじ端子コンタクトブロック

LWシリーズの端子形状にはタブ端子、プリント基板端子に加え、φ22取り付けのコントロールユニットでは主流のねじ端子を準備している。このことにより、従来のφ22取り付けのコントロールユニットから、配線の方式を変更せずに切替えることができる。

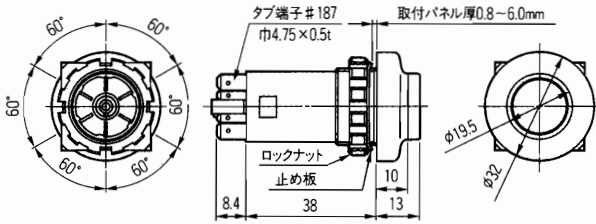
ねじ端子コンタクトブロックの構造を図7に示す。

3. MWシリーズコントロールユニット

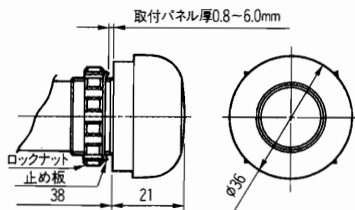
3.1 開発コンセプト

建設機械などの特殊車両に使用されるコントロールユニットは、耐環境性と安全性を要求される。先ほどのLWシリーズとは逆に、堅牢で操作荷重の重い（安全性の高い）コントロールユニットが適している。

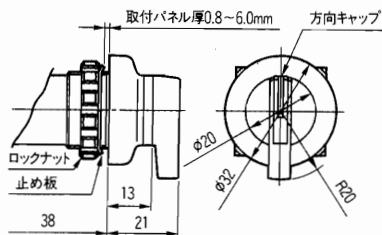
屋外使用を前提とし、保護構造を強化したHeavy TypeのMWシリーズの開発コンセプトは次の通りである。



平形押ボタンスイッチ

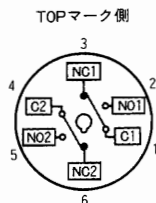


大形押ボタンスイッチ



レバー形セレクトスイッチ

☒ 端子配列 (BOTTOM VIEW)



注) 数字1~6は、本体側面に表示の端子番号。

図8. MWシリーズ代表機種外形寸法・端子配列

(1) 屋外使用の防塵防水構造

屋外で使用される建設機械などの場合、水や油だけでなく、砂などがパネル面に降り掛かる。従来の防水タイプのコントロールユニットのようにパッキンが操作部の内部に位置する構造の場合、ボタンとリングの隙間に砂などが入って噛み込み、動作が悪くなる場合があった。

MWシリーズは操作部をゴムカバーで包み込む構造とし、砂などが噛み込む恐れのある摺動部を完全に保護した。

(2) パネル内部の防塵構造

常時屋外で使用していると、パネル内部にも埃が入ることがある。従来の防水タイプのコントロールユニットは、パネル外部からの埃の侵入に対してのみ保護構造を設けているため、パネル内部に埃が侵入すると、操作部とコンタクト部の接続箇所や端子の根元から埃が入り、接点接触不具合を起こすことがあった。

MWシリーズは操作部とコンタクト部を一体とし、その接続箇所及び端子根元をエポキシ樹脂にてシールする構造としたことにより、埃の侵入を防止している。

3.2 バリエーションと性能、定格

MWシリーズの機能別に見たバリエーションを表3、外形寸法を図8に示す。端子形状はタブ#187端子(ポジティブロック対応)を標準としている。圧着端子による配線が必要な場合は、別売のねじ端子ソケットを使用することで、従来通りの配線作業が可能となる。

なお、MWシリーズコントロールユニットは、押ボタンスイッチ、大形押ボタンスイッチ、セレクトスイッチからねじ端子ソケットまで、全機種平成3年度グッドデザイン商品に選定されている。

MWシリーズ性能仕様と接点定格仕様を表4に示す。

表3. MWシリーズバリエーション

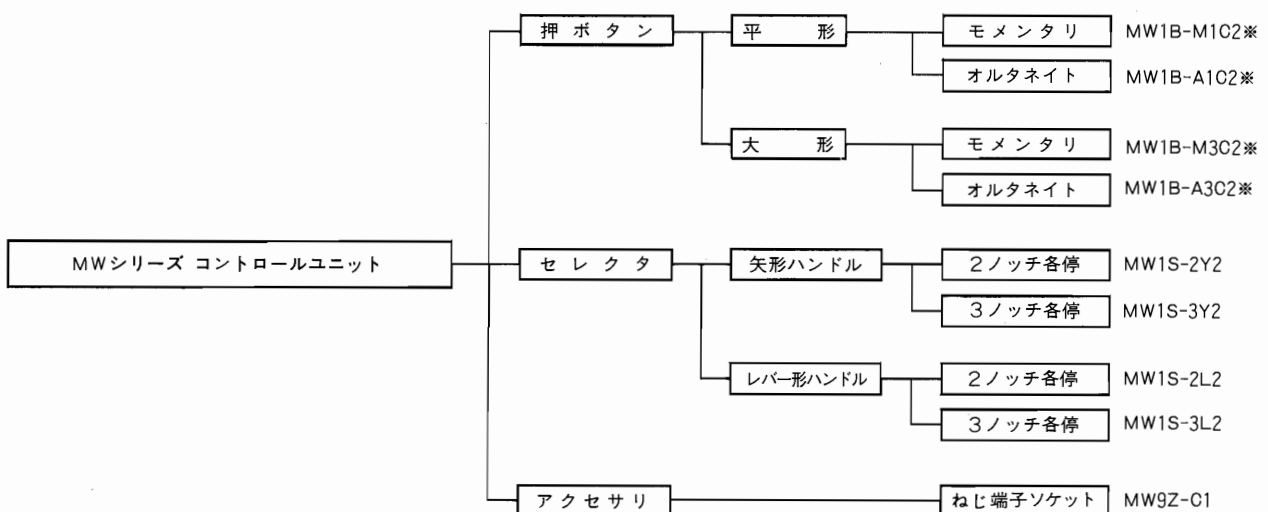


表4. MWシリーズ性能仕様、接点定格

◇性能仕様

標準使用状態	周囲温度：-25～+70℃(氷結しないこと) 相対湿度：45～85%(結露しないこと)
接触抵抗	50mΩ以下(初期値)
絶縁抵抗	100MΩ以上(DC500Vメガにて)
耐電圧	充電部と非充電部間：AC2500V・1分間 異極充電部間：AC2500V・1分間
耐振動性	5～55Hz、複振幅1.0mm
耐衝撃性	誤動作：100m/sec ² (約10G)
機械的寿命	モメンタリ形：50万回以上 オルタネイト形：25万回以上 セレクトスイッチ：25万回以上
電氣的寿命	10万回以上 (開閉頻度1200回/時)
保護構造	IP66(IEC Pub.529)
端子形状	タブ#187(はんだづけ兼用)
重量(約)	押ボタンスイッチ：平形30g、大形35g セレクトスイッチ：35g

◇接点定格

定格絶縁電圧	AC・DC125V		
定格通電電流	10A		
使用電圧	24V	110V	
使用電流	交流	抵抗負荷(AC13級)	10A
	50/60Hz	誘導負荷(AC12級)	5A
	直流	抵抗負荷(DC14級)	8A
		誘導負荷(DC12級)	5A
接点材質	Ag		

注) 使用電流は JIS C 4520 のしゃ断および閉路電流容量による級別を示しています。

3.3 構造

3.3.1 押ボタンスイッチ保護構造

MWシリーズ押ボタンスイッチの構造を図9に示す。MWシリーズ押ボタンスイッチは、操作部側をゴムカバーで覆い、操作部とコンタクト部の接続箇所及び端子根元をエポキシ樹脂にてシールしているが、呼吸穴を設けていることから、完全密封仕様ではない。呼吸穴を設けた理由は、MWシリーズ押ボタンスイッチを完全密封仕様とした場合、次のような不具合が出てくるからである。

・Push時、押ボタンスイッチ内の空気を圧縮するため、操作感が悪く、操作荷重が非常に重くなる。

- 〔操作荷重〕 呼吸穴有(現行仕様)：1700g
- 呼吸穴無(密封仕様)：2900g

・押ボタンスイッチをパネルに取り付ける際、ボタンを押した状態(押ボタンスイッチ内の空気を外へ放出した状態)で取り付けると、押ボタンスイッチ内部が負圧になり、ボタンが押し込まれたまま戻らなくなる。

図に示す呼吸穴の位置は、操作時の呼吸による空気の通り道を複雑にし、埃の侵入を妨げる効果がある。また、万が一埃が侵入した場合にも、接点部から最も離れた位置に入ることになるため、侵入した埃によって容易に接

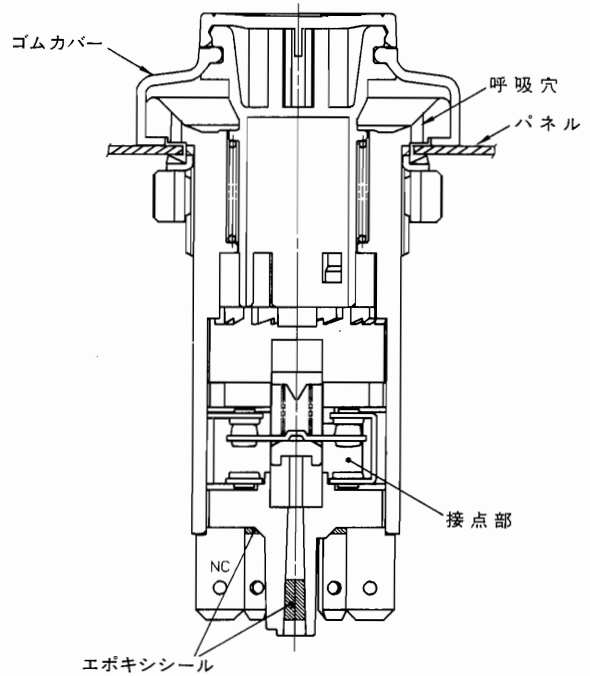


図9. MWシリーズ押ボタンスイッチ全体構造図

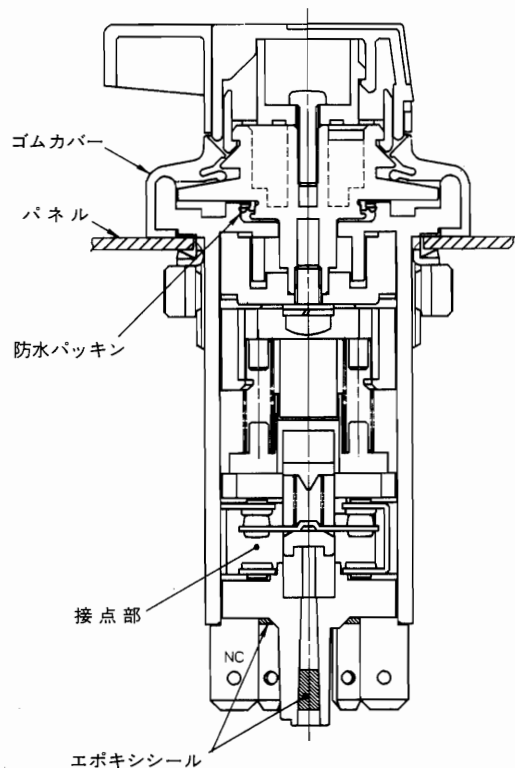


図10. MWシリーズセレクトスイッチ全体構造図

点接触不具合を起こすことはない。

ゴムカバーの材質は、耐寒耐熱性、耐候性に優れたシリコーンゴムを採用し、シリコーンゴムの中でも特に耐引裂性に優れたグレードを選定した。

3.3.2 セレクトスイッチ保護構造

MWシリーズセレクトスイッチの構造を図10に示す。

セレクトスイッチは、操作部側を覆うゴムカバーと、さらに内部にある防水パッキンにより、二重の保護構造とした。二種のパッキンには次の役割を分担して持たせている。

- ・外周ゴムカバー：砂塵や埃の侵入を防ぐ。(防塵)
- ・内部防水パッキン：水や油の侵入を防ぐ。(防水)

セレクトスイッチも操作部とコンタクト部の接続箇所及び端子根元をエポキシ樹脂にてシールしているが、押ボタンスイッチと異なり、操作してもコントロールユニット内空間容量に変化がないことから、呼吸穴は設けていない。従って、セレクトスイッチ単体で完全密封仕様となっている。

4. 用途別コントロールユニットの今後の展開

機器・装置に使用するコントロールユニットを選定する際、表5に挙げたような操作性、耐環境性などの仕様に適合する機種を選び出し、その中から適したデザインのものを探すという手順が進められる。しかし、特殊な用途の場合、全てに100%満足するコントロールユニットを見つけ出すことは難しく、十分に満足できなくても使用している状況であった。最近では機器・装置の高性能化や人間工学の発達に伴って、コントロールユニットにも個々用途に応じた操作性、耐環境性、デザイン、視認性などを持たせた専用コントロールユニットの商品化が求められている。

以上のような用途別のコントロールユニットに対する要求は、保護構造やデザインなど主に操作部側において対処できる内容であることが多い。コンタクト部は大電流開閉に優れたタイプ及び、微小負荷開閉に優れたタイプの二種類あれば対応できるため、今後は表6のように二種類のコンタクト部のいずれかを流用できるような操作部側の用途別展開が望まれている。

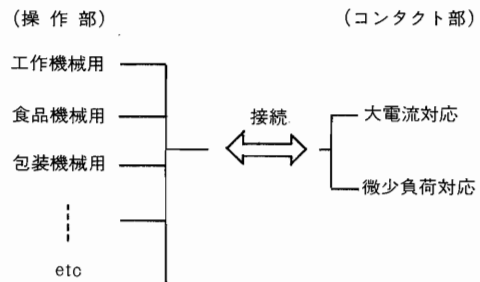
5. おわりに

LWシリーズは、軽快な操作感及び、微小負荷対応とすることにより、今後の産業界において、益々進んでいく

表5. 操作性、耐環境性検討項目例

	用途	検討項目	仕様
操作性	操作頻度の高い用途	オペレータの疲労など	・軽操作荷重 ・短ストローク
	誤操作により危険を伴う用途	安全性など	・高操作荷重 ・長ストローク
耐環境性	工場内 (工作機械など)	耐薬品性 耐油性 など	・耐薬耐油性材質使用 ・防水、防油形
	屋外(建設機械など)	耐砂塵、水 耐候性 耐寒耐熱性など	・防塵、防水形 ・耐候性、耐寒耐熱性 材質使用
	公共の場 (自動販売機など)	耐いたずら など	・ボタン、レンズが操作部側から取り出せない構造 ・高操作部強度

表6. 操作部側用途別展開例



と思われるオペレータの高齢化や、女性の現場への進出及び、機器・装置の電子制御化に対応した商品として市場に提供することができた。

また、MWシリーズは、特に防塵性能を向上させた屋外使用に耐えられる保護構造としたことにより、建設機械などの特殊車両に最適な商品とすることができた。

今後も、工場の自動化や機器・装置の小型化などが発展するさまざまな分野において、現場に密着し、時代のニーズに応え得る商品を提供できるよう努力していく所存である。