

建設機械用AM電子同調ラジオ

AM Electronic Tuning Radio for Construction Machinery

尾崎 智 己⁽¹⁾ 細見 昇 司⁽²⁾ 藤 田 孝 幸⁽³⁾
Tomomi Ozaki Shoji Hosomi Takayuki Fujita

前 川 克 行⁽⁴⁾ 柳 本 吉 将⁽⁵⁾
Katsuyuki Maekawa Yoshimasa Yanagimoto

要 旨

当社では、~~株~~小松製作所と共同して、油圧パワーショベルなどの建設機械用のAM電子同調ラジオを開発した。

本機のように建設機械用として専用に設計・開発されたラジオは業界でも初めてであり、特に建設機械の場合、一般乗用車に比べ温度・振動・水・土埃・サージなどの面で非常に厳しい環境条件に耐える必要があるため、企画・設計・評価にあたっては、数々の新しい試みを行い、最終的にほぼ満足できるものが完成できた。

また、建設機械は当社としても重要な新規市場開拓の一つとして位置づけており、本稿では、その市場動向も含め、開発成果について報告する。

Our company developed an AM electronic tuning radio for construction machinery, such as hydraulic power shovel jointly with Komatsu Ltd.

This radio was designed and developed specially for construction machinery, the first in the industry. When such a radio is used for construction machinery it must withstand much severer environmental conditions than general car radios, including the temperature, vibration, water, earth dust, and surge voltage; therefore, various new attempts were made for planning, designing, and evaluation, to complete an essentially satisfactory product.

The construction machine is considered to be one of the important new markets. In this paper, the development results, also including the construction machinery market trend are reported.

(1), (2) 第一オーディオ本部第一技術部

(3) 第一オーディオ本部品質管理部

(4) 第一オーディオ本部商品企画課

(5) 第一営業本部直納部

1. はじめに

車載用ラジオの登場以来、“移動体”はラジオ放送の重要なリスナーとなっている。そして、“快適な空間”の需要が高まるにつれ、ラジオ付の“移動体”の範疇は乗用車・トラックのみならず、農業機械・建設機械へも拡大してきている。この度、株式会社小松製作所殿よりパワーショベル用のラジオの引き合いがあり、当社としても、“移動体用ラジオ”の展開の拡大を意図する中で、建設機械用ラジオの開発に本格的に取り組むことになった。その結果、小松製作所殿との共同による品質の創り込みにより、車載用とは異なる思想（企画、設計、評価方法等において）を持つAM電子同調ラジオが完成した。

以下に、その概要について報告する。

2. 建設機械用ラジオ開発の背景

2.1 建設機械市場

建設機械とは、産業車両の中でも、土木作業・建築関係に従事する機械（主に車輪を有する）を指し、代表的なものとしては、油圧式パワーショベル、ブルドーザ、ホイールローダ（ショベルトラック）があげられる。これらの生産台数は、円高による輸出不振等の向い風があったものの、国内需要の伸びに支えられ、近年はおおむね順調な

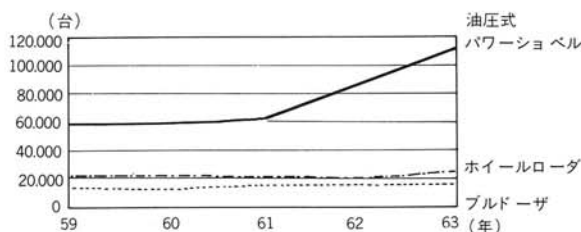


図-1 建設機械生産動向

Fig. 1 Construction machinery production trend.

伸びを示している。（図-1参照）特に台数では油圧式パワーショベルが圧倒的に多く、昭和63年には11万台を突破する勢いである。

この中でも、ラジオ装着対象のメインは油圧式パワーショベルである。パワーショベルには密閉式のキャビン付のものと、そうでないものがあり、現在ラジオ装着対象としているのは前者である。これは、バケット容量0.2m³以上の小型以上のショベルと、0.2m³以下のいわゆるミニショベルの一部にあたり、パワーショベル全体に占めるキャビン付の割合は推定70%以上と見られ、ミニショベルのキャビン化が進むにつれ、さらに拡大すると思われる。したがって、パワーショベルのラジオの潜在需要としては、11万台の70%＝7万7千台/年が見込まれ、建設機械全体として考えると、さらに需要が拡大すると思われる。

2.2 建設機械用オーディオの現状

建設機械市場において、主に装着されているオーディオは、その殆んどが“AM5PB”と呼ばれるメカチューナ式のものである。

脚注 1) ミニショベルは基本的に12V電源であり、今回開発のAM ETR (24V)の対象外である。

表-1 建設機械用オーディオに要求される品質

項 目	要求品質（乗用車との比較）
動作温度	低温側・高温側とも数10℃温度範囲が広い
保存温度	〃
振 動	振動加速度で約3倍
ロードダンブ サージ	電圧で約2倍
誘導負荷の開閉 サージ	電圧で約10倍
耐 じ ん 性	前面及び側面から砂じんの侵入なきこと（乗用車では特に要求なし）
耐 水 性	前面及び側面から水の侵入なきこと（乗用車では特に要求なし）

ところが以下に述べるように環境条件が非常に厳しいため、建設機械用オーディオではその耐久性が大きな課題となっていた。

2.2.1 建設機械用ラジオに要求される品質

建設機械用オーディオは従来の自動車用とは根本的に異なる部分がある。場所の移動を主な目的とする自動車に対し、建設機械ではその場での作

業が中心となる。掘削作業による多量の土埃が空气中に散乱するため、これらがキャビン内に侵入し付着する。さらにこれを水で洗い流すこともある。そしてこれらの作業は灼熱の地から極寒の地にいたるまで行われている。また建設機械用の電源は24Vを主としておりロードダンプなどによって発生する異常電圧も自動車とは比較にならない

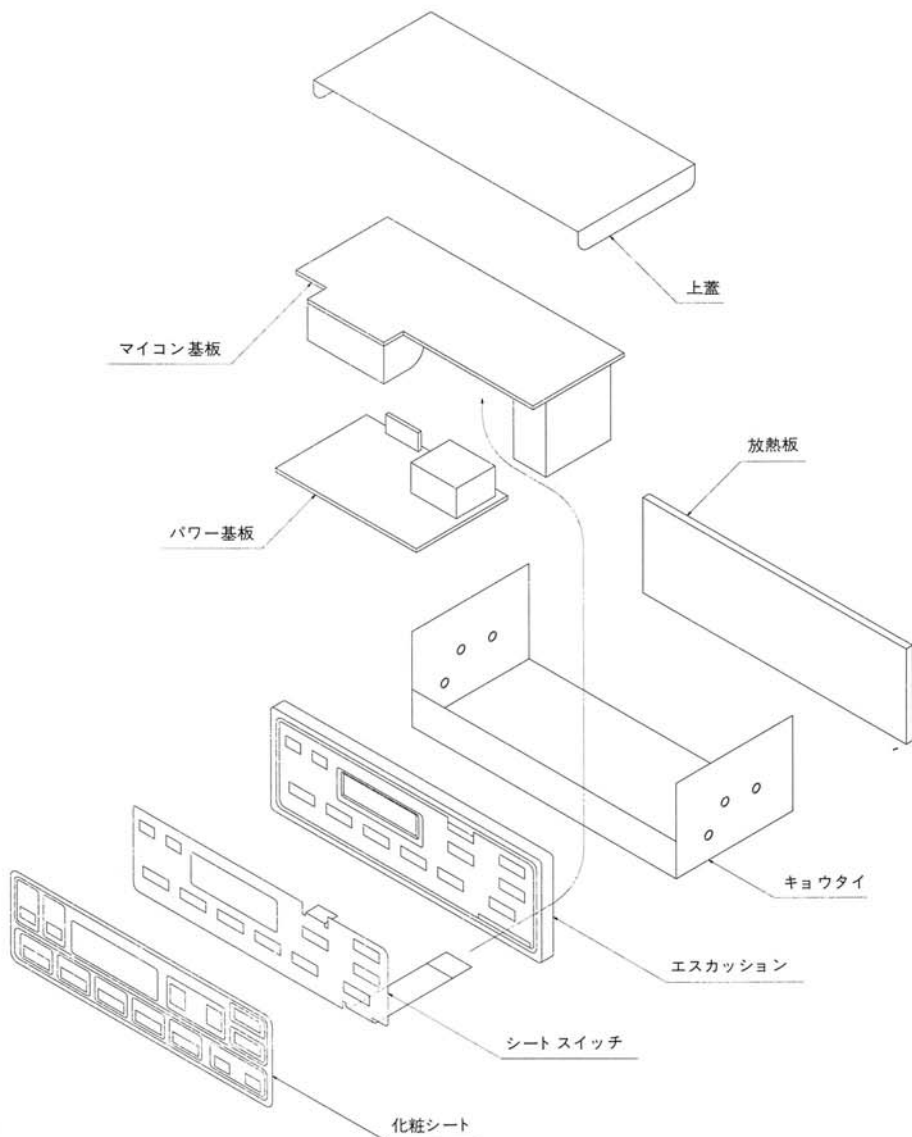


図-2 基本構造

Fig. 2 Basic construction.

ほど大きい。

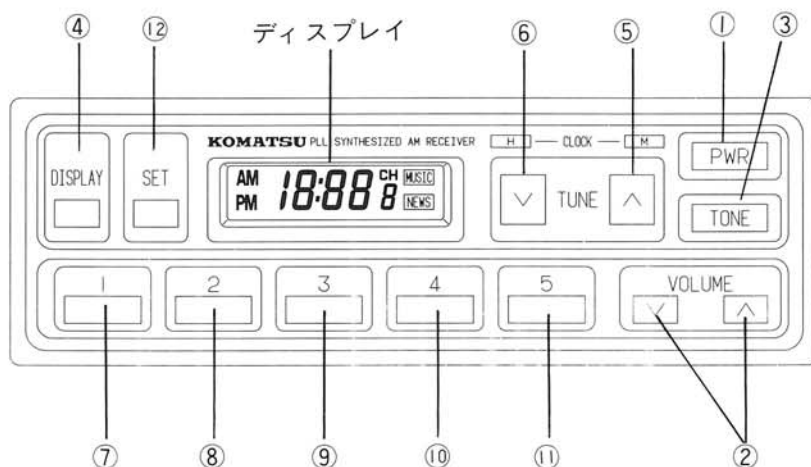
このため、建設機械用オーディオには耐久性、耐塵性、耐温度性、耐電源サージ性など厳しい品質が要求される。これらを一般乗用車の場合と比較したものを表-1に示す。

3. 製品の概要

3.1 基本構造

建設機械特有である耐水性・耐塵性を満足するためには可動部を持つメカ部品の削除が必須条件となる。(従来のAM5PBと呼ばれるメカ式ラジオでは、ツマミや釦などの隙間から内部への浸水が懸念される。)

そこで本機では電子チューナや電子式のボリューム、トーンコントロールを採用すると共に、操作部にはタッチパネルを用いることによりフルフ



コントロール部			ラジオ部			時計部		
No.	機能	内容	No.	機能	内容	No.	機能	内容
1	電源	ラジオ ON/OFF	5	TUNE $\wedge$	0.5sec未満PUSH 手動選局 $\uparrow$	5	分調	分のアップ
2	VOL	PUSHで音量 コントロール	$\uparrow$	SEEK $\wedge$	0.5sec以上PUSH 自動選局 $\uparrow$			
3	TONE	音質の切換	6	TUNE $\vee$	0.5sec未満PUSH 手動選局 $\downarrow$	6	時調	時間のアップ
4	DISPLAY	表示切換	$\uparrow$	SEEK $\vee$	0.5sec以上PUSH 自動選局 $\downarrow$			
			7	Preset 1				
			8	2	・2.0sec未満PUSHで			
			9	3	チャンネル呼出し			
			10	4	・2.0sec以上PUSHで			
			11	5	周波数書込み			
						12	セット	正時合わせ

図-3 AE-1051外観・操作機能

Fig. 3 AE-1051 Appearance/Operational function.

ラットフェイスを実現した。本機の基本構造を図-2に示す。

3.2 デザイン

化粧シートの採用によりフレキシブルなデザイン構成、自由なカラーコーディネートが可能になり、図-3のように操作性および、操作頻度を考慮した上でブロック分けを行って、各釦を配置させ、操作性および視認性を向上させた。また、カラーリングについては、車室内部品とのマッチングを図った配色とした。

3.3 機能

本機では、また、次のような新機能を取り入れた。

3.3.1 8ステップ電子ボリューム

ETR化に際し、ボリュームも従来の回転式ではなく、PUSH-ON式のパルスによる電子ボリュームを採用した。さらに今回は、このステップを最小かつ最適な8段階に設定し操作性向上のための配慮を行った。

3.3.2 2段階音質コントロール

音質コントロールにおいても先の電子ボリュームと同様の背景から電子式を採用した。これに対しても操作性向上のために、可変ステップを2段階とした。

また、音楽再生時は広帯域再生が必要となるためフィルタによるハイカットは行わないモードを設定した。(従来のトーンコントロールを高音最大とした場合に相当する)

更に、ニュースやトーク番組等アナウンスが主体となる場合は狭帯域再生で対応可能なため、逆に高域に含まれるノイズをフィルタによって除去するモードを設定した。(従来のトーンコントロールを高音最小とした場合に相当する)

以上のような機能は、作業中での釦の操作性を飛躍的に向上させたと思われる。

3.3.3 時計機能

本機には時計機能を内蔵し常時時刻表示を行うものとした。(ACC OFF時はセグメント表示のみ)

またDISPLAY切り換えスイッチを設定し必要な時にはラジオの受信周波数表示に切り換えることを可能にしている。さらにこの釦とSET釦またはTUNE釦の同時押しによって時刻調整を可能としている。この二重押し操作は言うまでもなく誤操作防止のためである。

3.3.4 操作音(ボリューム連動)

シートスイッチ採用にあたっては、従来のメカ式スイッチのような操作感が得られないため、スピーカからのピープ音にて対応している。しかもこのピープ音をボリューム連動とすることで、ユーザに与える不快感を低減している。

3.4 基本性能

主要性能について表-2に示す。

表-2 AE-1051 主要性能

A	周波数範囲	522~1629 kHz
	最大感度	30 dB以下
	実用感度	35 dB以下
M部	電氣的忠実度	100 Hz:-5±3 dB
		4 kHz:-14.5±5 dB
	中間周波数	450 kHz
	自動同調動作感度	38±5 dB
	周波数セパレーション	9 kHz
	最大出力	9_{-1}^{+2} W (74 dBμV,30%変調時)
	消費電流	約0.6 A (0.5W出力時)
適合アンテナ		80 P F
暗電流		10mA以下
基準電源電圧		26.4V
適合負荷インピーダンス		8Ω

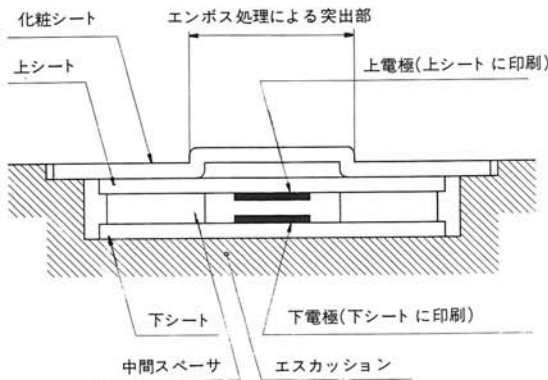


図-4 シートスイッチの構造
Fig. 4 Sheet switch construction.

4. 製品の特長

4. 1 防水・防塵性

本機では防水性・防塵性を確保するために意匠面には二重構造の電極シートに化粧パネルを貼り合わせた通称シートスイッチと呼ばれるタッチパネルをラジオの前面部に接着する方式を採用し、

さらに本体側の外周には防水シートを貼り付けた。

4. 1. 1 タッチパネルの採用

タッチパネルは図-4に示すように、化粧パネルの電極部を押すことにより、上下の電極が接触し電流が流れる構造を有している。この電極の位置や範囲を明確にするため、化粧パネルにエンボス処理を施して操作部位を突出させている。

エンボス処理による厚みと中間スペーサの厚みの合計が、スイッチのストローク量となるが、これを約0.5mmとした。またシートの材質およびストロークを考慮し操作荷重は約270gとした。これらの数値は、現在のカーオーディオ用のスペックとしては妥当なものであり、通常タイプのスイッチにも採用されている数値である。

4. 1. 2 防水シートの採用

防水シートは図-5に示すように、車両との取付

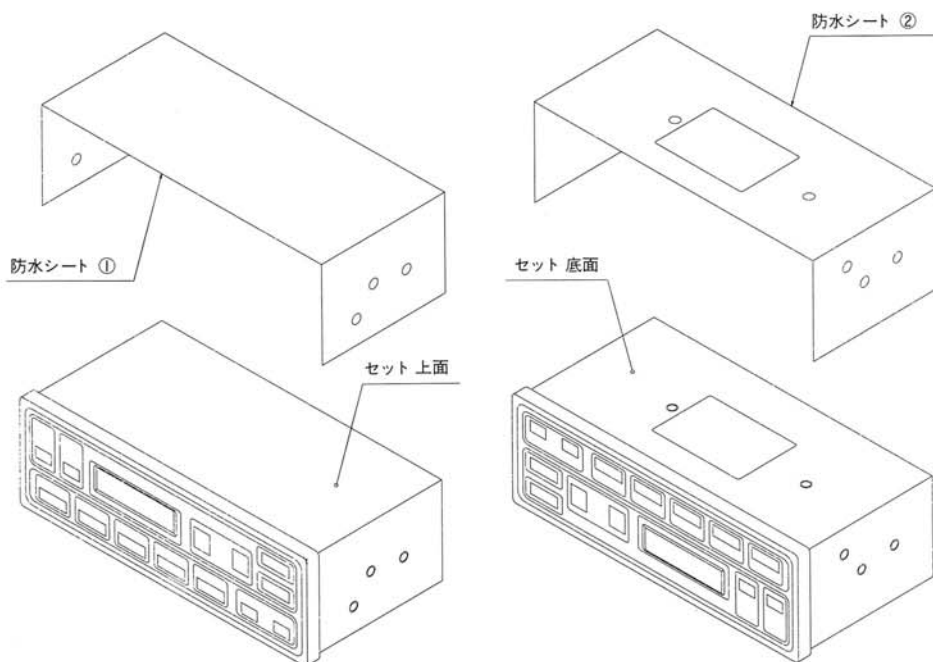


図-5 防水シート
Fig. 5 Waterproof sheet.

けに必要な穴（パーリング）等以外の部位に、シートを貼付けるものである。材質はポリエステルシート、あるいはアルミシートとする。

パワーICの放熱面（セット後面）にはシートを貼り付けることは不可能であるが、車両への取付状態が縦向であるため問題は無い。

4.2 温度特性

耐温度性能は一般の自動車用のものより2～3ランク厳しい。特に低温側においては今までのセット保証値を超えており、部品選定の段階から温度特性の良い物を採用した。

また後述の問題より温度特性を考慮した設計を行うことが必要となった。

4.2.1 低温収縮

シートスイッチの温度下降による収縮量（線膨張係数 $1.8 \sim 2 \times 10^{-5} \text{mm}/^\circ\text{C}$ ）と、このシートスイッチを貼り付けている、材質がABSであるエスカッションの収縮量（線膨張係数 $6 \sim 7 \times 10^{-5} \text{mm}/^\circ\text{C}$ ）の違いにより、低温限界温度においてはシートスイッチにたわみが生じ、上下の電極が接触したままとなって、全ての操作が不能になるという不具合が発生した。この状態を図-6に示す。

そこでエスカッションの成形材料にシートスイッチの材質であるポリエステルシート（PET）と同等の収縮特性を持つポリエステル成形材料

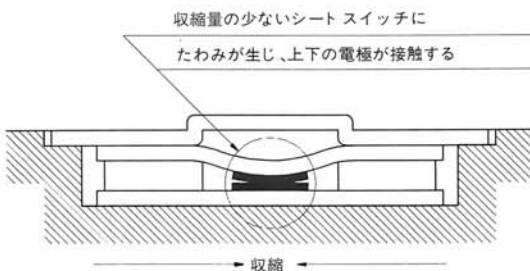


図-6 たわみの発生機構

Fig. 6 Deflection generating mechanism.

（PET）を採用することにより、線膨張係数が約 $3 \times 10^{-5} \text{mm}/^\circ\text{C}$ となり、シートスイッチとの収縮量を近似することによってたわみの発生を無くした。

4.3 耐振性

耐振性においても前述の温度特性と同時に厳しい要求があり、その品質を満足させるために、

1) 部品高の高い電気部品に関してはプレス品のケースを新設し、筐体にビス止めする。

2) ケースの無い部品高の高い電気部品には、コーティングを施す。

といった対策を実施した。

4.4 電源回路系

建設機械では電源電圧は主に24Vが使用されているため、オルタネータのロードダンブサージや電磁バルブなど誘導負荷の開閉サージのほか、バッテリーのジャンプスタートによる異常電圧は非常に高い電圧となり、内部回路の破壊やマイコンの誤動作などを招く。今回開発したAM電子同調ラジオはこれら異常電圧にも耐えるよう、考慮して設計を行った。ここではその一例としてロードダンブサージに対する対策の概要を以下に紹介する。

図-7は今回特別に回路内に挿入したサージ保護回路のブロック図である。図のように検出回路にてサージを検出すると遮断スイッチがOFFされ後続の回路を保護する働きをする。実際の回路で

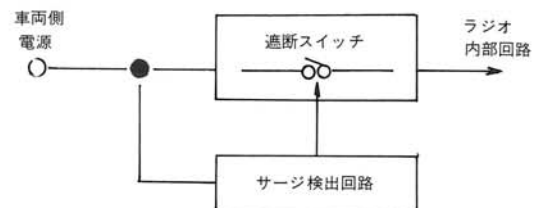


図-7 サージ保護のブロック図

Fig. 7 Block diagram for surge protection.

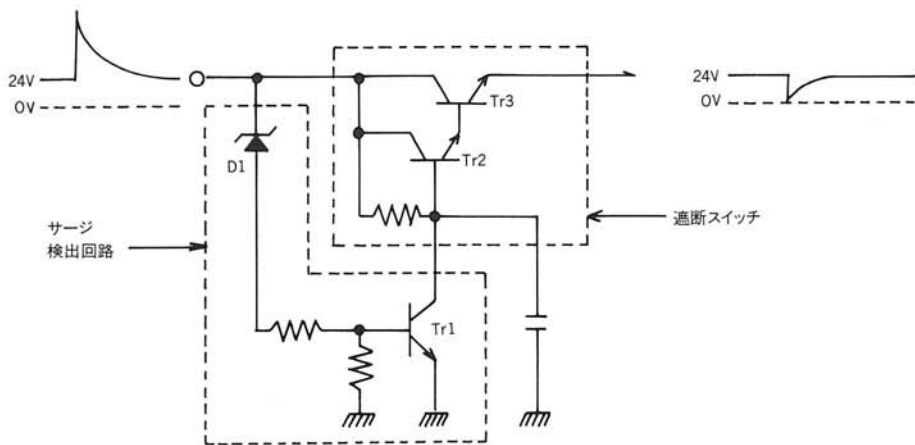


図-8 サージ保護回路図

Fig. 8 Surge protecting circuit diagram.

は図-8のようにダイオード D1 のツェナー電圧で決定されるしきい値以上の電圧が印加されるとトランジスタ Tr1 にベース電流が供給され、このトランジスタのコレクターエミッタ間は導通状態となる。これにより Tr2 のベース電流は遮断され、これにダーリントン接続されている Tr3 のコレクターエミッタ間はオープンになり後続の回路へサージ電圧が印加されるのを防止している。なお、この保護回路の性能を保証するため、量産工程にサージ電圧を印加する設備を導入し、全数評価を行っている。

5. 品質について

5.1 品質確認ツールの開発

建設機械用として要求される品質を確保するために、新しく次の評価項目を取り入れた。

1) 防水性に対する評価

本機には前述のように防水性を確保するために数々の方策を盛りこんでいる。これを評価するために、図-9に示す耐水性試験を実施した。これはラジオがキャビン内で縦向きに装着されることを

考慮して、ラジオの前面板部に塩水を長時間にわたって滴下した後、機能・性能および腐食の有無をチェックし耐塩水性と耐水性を同時に評価するものである。

2) 誘導負荷の開閉時のサージに対する評価

24V 車の場合、車両側の電磁バルブやリレーなどの誘導負荷の開閉時に発生するサージ電圧によ

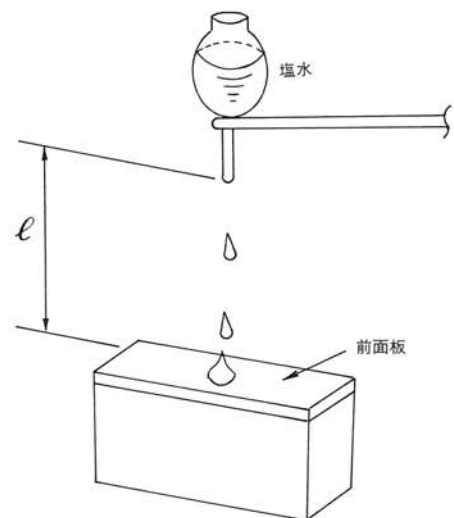


図-9 耐水性試験方法

Fig. 9 Waterproof test method.

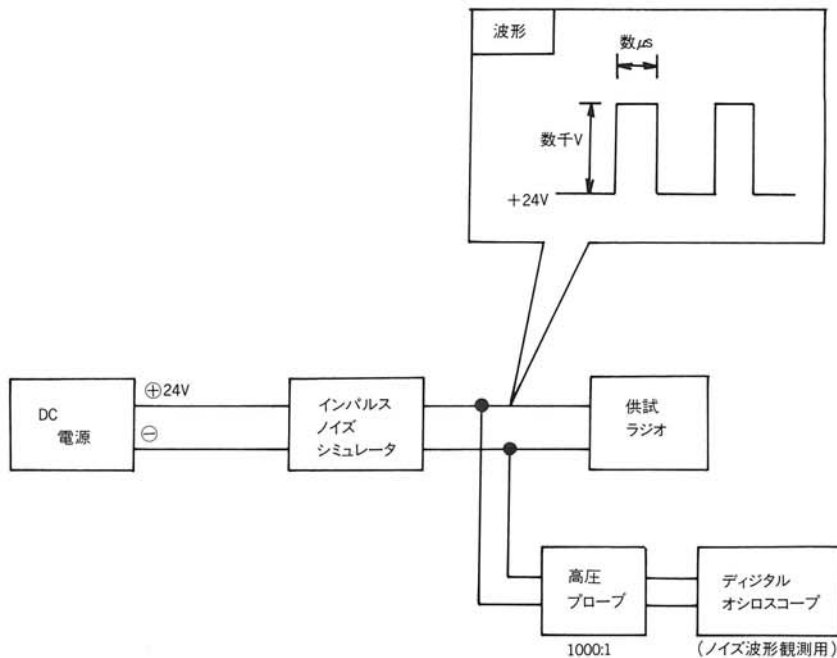


図-10 サージ試験方法
Fig. 10 Surge test.

り、マイコンの誤動作や内部回路の破壊を招きやすい。さらに電圧、周波数とも非常に高いため従来から行われている車載用のサージ試験だけでは品質を保証することができない。

そこで今回、インパルスノイズシミュレータと呼ばれる新たなツールを導入し、電源ラインのサージに対する評価を行った。

図-10にその評価方法の概要を示す。

5. 2 達成品質について

今回開発したAMラジオでは前述のような事例を含めた数々の改善を実施した。これに対し表-3に示すような項目の試験を実施し品質確認を行った。その結果従来の鉤式ラジオでは克服できなかったものも含め全ての試験項目をクリアすることができた。

表-3 信頼性試験結果

試 験 項 目		従来品	開発品
温 湿 度	温 度 特 性 試 験	×	○
	低 温 放 置 試 験	○	○
	低 温 動 作 試 験	×	○
	高 温 放 置 試 験	○	○
	温 度 サ イ ク ル 試 験	○	○
	耐 湿 試 験	○	○
振 動	温 湿 度 サ イ ク ル 試 験	○	○
	高 温 振 動 試 験	×	○
異 常 電 圧	逆 接 続 試 験	○	○
	過 電 圧 試 験	○	○
	サ ー ジ 試 験	×	○
特 殊	耐 じ ん 試 験	×	○
	耐 水 性 試 験	×	○
耐 久	操 作 耐 久 試 験	○	○
	連 続 作 動 試 験	○	○

(○ : OK × : NG)

6. む す び

以上、今回開発した建設機械用AM電子同調ラジオの概要について述べた。

建設機械用オーディオの開発は今回が初めてであり、防水性・耐振性などで数多くの課題を抱えて悪戦苦闘したが、最終的にはほぼ満足できる結果が得られた。しかし建設機械市場では、AM電子チューナのみならず、AM/FM電子チューナやカセットプレーヤの要求も強く、これらへの対応

にはまだ多くの課題が残っているが、本機の開発によって培ったノウハウをベースにして今後はラインナップの充実を図っていきたい。

最後に本機の開発に当り、ご協力とご指導を賜った^(株)小松製作所殿をはじめ関係各位に紙面を借りて厚く御礼申し上げます。

参 考 文 献

S 62年度版、機械統計年報

通商産業大臣官防調査統計部偏