

KC8330 シリーズ ハンディ 10 テレコン

KC8330 Series HANDY 10 TELECON

UDC 62-519 : 621.398 : 621.87 : 621.3.037.3

小柴 富隆

Tomitaka Koshiba

産業機械事業部 システム技術部

四元 清文

Kiyofumi Yotsumoto

産業機械事業部 第2開発部

1 まえがき

テレコンは、無線を利用してクレーン等の産業用機械を遠隔操縦する装置であり、「一人操作により作業要員が削減できること」、「常に安全で見やすい位置から操作できること」、「無線局免許のいらない電波を使用していること」等のメリットが認められ、産業界の省力化・FA化の趨勢とあいまって多数使用されるようになった。

アンリツは、1963年のアナログ式テレコン発売以来、その時代の先端技術を取り込み、「小型軽量化」、「デジタル化」、「電波法改正への対応（新微弱、特定小電力）」等を行い、常に業界をリードしてきた。

当社は1984年にホイストクレーン用として、微弱電波を使用し、10操作が可能なKC533AHE ハンディテレコンを開発した。また、1994年には、「特定小電力」、「14操作」、「屋外使用可能」なKC815A ハンディ14テレコンを開発し、クライミングクレーン（図1，2）等の建設機械分野でも使用されるようになった。また、この頃から海外市場への展開が促進された。

今回更に、多様化したユーザーニーズに応えるとともに、海外市場への展開も考慮し、安全性と操作性を大幅に向上させ



図2 クライミングクレーンの操作
Operation of climbing crane

たKC8330ハンディ10テレコンシリーズを開発した。

図3にKC8331A ハンディ10テレコンの外観を示す。制御器は、運転者が片手で持ち、動作指令を与えるための装置である。そのため、片手でしっかり保持でき、親指で確実に操作できる形状となっている。動作指令を与えるための操作スイッチ10個のほか、電源スイッチ（キースイッチ）、非常停止スイッチ、制御器の状態を表示するLED表示部、電源部および



図1 クライミングクレーン
Climbing crane



図3 ハンディ10テレコン
Handy 10 telecon

充電部を備えている。受信装置は、制御器からの電波を受信アンテナで受けて、制御器の操作スイッチに対応したリレー出力を行う装置であり、クレーン本体に取り付けられる。有線式のクレーンのスイッチの部分のリレー出力接点に置き換えて使用する。

2 設計方針

テレコンは重量物を運搬するクレーンや、危険な作業を行う建設機械等を無線操縦する装置であるので、作業中の装置の故障は、運搬物や設備の破損につながる事故となるおそれがある。また最悪の場合には、近くで作業している人間への危害を引き起こす可能性がある。したがって、開発にあたっては当初から一貫して変わらない“安全性”の設計を大前提として、「操作性」、「携帯性」、「保守性」をデザインコンセプトに掲げ設計を進めた。さらに、多様化したユーザーニーズに応えるとともに、海外市場への展開も考慮し、国内向け2機種をベースマシンとしてシリーズ化することとした。

2.1 安全性の追求

2.1.1 リスク査定

テレコン装置の誤動作が原因で引き起こされる可能性のある危険を判定するため、「保護機能付 MSR (計測・操縦・制御) 装置に関する基本安全思想」(DIN V 19250) に基づいてリスク分析を実施した。

テレコンによるリスクには次のようなものがある。

下記のことにより、故意ではない動作が生じること

- ・動作が不意に開始されること
- ・間違った方向に動作されること
- ・間違ったスピードで動作されること
- ・非常停止指令が伝送されないこと

こうした危険な状況を引き起こす原因としては、特に次のものが挙げられる。

- ・制御器および受信装置の偶然の故障、ならびにシステム上の故障
- ・データ伝送上の誤り
- ・誤操作 (実際にはこれが最も多い)
- ・周辺からの影響 (フェージング, EMC ノイズ)

これらの分析結果に故障の程度、危険の継続時間、危険を防止する可能性、そして望ましくない事故が生じる確率といったパラメータを加味し、リスク査定を行う必要がある。リスク査定を行う際には、「損害規模 (S)」、「継続期間 (A)」、「

「危険防止 (G)」、「予期せぬ事故の発生確率 (W)」の4つのパラメータが使用される。図4に、査定に用いるリスクグラフとリスク・パラメータを示す。

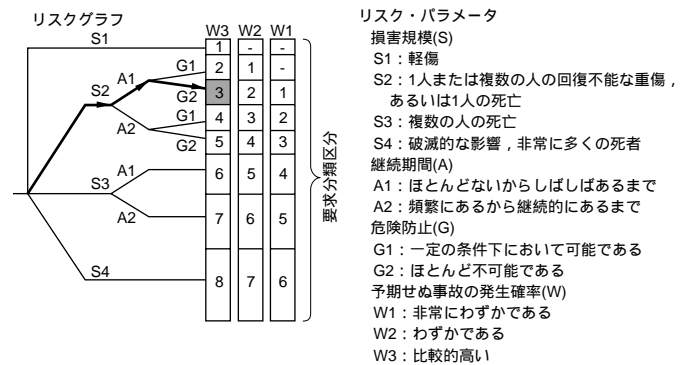


図4 リスクグラフとリスクパラメータ
Riskgraph and risk parameter

2.1.2 要求分類区分の確定

(1) 損害規模 (S)

テレコンにおいては、玉掛け時の誤操作・誤動作の際に、人間が回復不能な重傷を被ることや、場合によっては死亡することを考慮すると、S2に分類される。

(2) 継続期間 (A)

このパラメータにおいては、危険区域内への立ち入り期間や頻度が考察される。テレコンにおいては、玉掛け時以外はほとんど荷に近づかないので、A1に分類される。

(3) 危険防止 (G)

テレコンにおいては、玉掛け時の思わぬ動作は、誤った操作によるものだけでなく、いつ起きかわからない無線回線の切断によっても生じるので、危険防止は不可能である。よってG2に分類される。

(4) 予期せぬ事故の発生確率 (W)

テレコンの予期せぬ事故の発生確率は、既に述べた「危険防止」の考察と同様に、最上位に位置づけられ、W3に分類される。

(1) ~ (4) の考察により、テレコンにおけるリスクの要求分類区分はクラス3となる。

2.1.3 エラーに対する措置

前項において決定された要求分類区分のクラス3に応じて、「エラーを回避」しかつ「エラーをコントロールする」措置を講じる必要がある。この措置は、「保護機能付 MSR (計測・操縦・制御) 装置 保護機能に向けた要求と措置」(DIN 19251)

に基づいて検討した。「エラーの回避 (FV)」とはエラーの発生防止であり、「エラー・コントロール (FB)」とは部品故障等によって発生するエラーに対する対処である。この措置の組み合わせについて、検討した内容を表1に示す。

2.2 目的による機種シリーズ化

テレコンの操作の違いによる2機種と、国内無線規格の違いによる2機種の合計4機種をシリーズ化した。その詳細を表2に示す。

表2 機種シリーズ化
Lineup of Handy10 telecon

形名	操作	無線規格	備考
KC8331A	1段操作型	微弱無線局	国内向け
KC8331B	2段操作型	微弱無線局	国内向け
KC8332A	1段操作型	特定小電力無線局	国内向け
KC8332B	2段操作型	特定小電力無線局	国内向け
KC8334AA	1段or2段操作型	430MHz帯 10mW	韓国向け
KC8334AC	1段or2段操作型	230MHz帯 10mW	中国向け
KC8334AD	1段or2段操作型	430MHz帯 10mW	マレーシア向け

表1 エラーに対する措置
Error prevention

エラーの種類および原因	措置			
	エラー回避 (FV)		エラーコントロール (FB)	
	等級	方法	等級	方法
1 取り扱い上のエラー	N	取扱説明書通り使用しているかを確認		
	E	教育訓練を受けた従業員による操作 キースイッチによるオペレータの限定		
2 ハードウェアにおける体系的エラー				
2.1 設計上のエラー	N	規定なし		
	E	形式検定		
2.2 計画上のエラー	N	規定なし		
	E	機能試験		
2.3 製造上のエラー	E	ISO 9001による品質管理		
2.4 取付上のエラー	E	ISO 9001による品質管理		
3 保守に際してのエラー	N	規定なし		
	E	特別な指示に基づく保守要員により 保護機能の点検		
4 システム変更によるエラー		最初の設置時と同様の処置		
5 偶発的エラー				
5.1 偶発的内部エラー	N	一般品質管理措置 ISO 9001		
	E	部品選択 強制開離非常停止スイッチ	E	重要部品は規格合格品を使用
5.2 外部からの影響によるエラー	E	特殊ネジや専用設定器により無資格者による偶発的な設定替えを防止する		
6 ソフトウェアにおける体系的エラー				
6.1 仕様エラー	N	仕様をきちんと作成し拘束力を持たせる、 設計を構造化する、モジュール化する、 ソフトを再利用する、課題を限定する		
6.2 プログラム設計上のエラー	N	ソフトウェア開発のための基準を遵守する、 プログラミングを構造化する、プログラム をモジュール化する		
6.3 実現エラー	N	プログラム範囲の限定、危険な命令の回避 (デッドコード)、運用分野に応じた高度な プログラミング言語、ソフトウェア試験		

N：通常の措置，E：簡単な措置，：なし，：意味なし

3 設計の要点

3.1 安全対策の向上

3.1.1 キースイッチ

キースイッチは、教育訓練を受けた資格のある特定の運転者以外がテレコンを操作できないように、制御器を管理する上で必要である。従来、キースイッチはテレコンでも上位機種にしか備えていなかったが、今回初めてハンディタイプにも採用した。小型化を実現するために外筐とスイッチの機構部を一体で成形した。その外観を図5に示す。



図5 キースイッチ
Key switch

3.1.2 非常停止

(1) 非常停止方式

従来のテレコンの非常停止方式は、制御器の非常停止スイッチを押すことにより電波送信を停止させ、受信装置では、電波が受信できないのでリレー接点出力をすべてOFFにし、クレーンを停止させる方式であった。しかしテレコンでは、電波が弱い状態や瞬断等で正しく操作信号を受信できない状態においても、実用上の操作に不都合が生じないように、一定時間リレー接点出力を保持する処理を行っている。このために、制御器の電波送信を停止しても、即座にリレー接点出力がOFFとはならなかった。

今回の非常停止方式は、非常停止信号をデータとして送信後、電波送信を停止させる方式とした。制御器の非常停止スイッチを押すと8回（約480ms間）非常停止信号を送信してから、電波送信を停止させる。受信装置では、非常停止信号を受信すると即座にリレー接点出力をすべてOFFにしクレーンを停止させる。また、約400msの間データが正常に受信できないときもリレー接点出力をOFFにする。2つの処理を行うことで、更に安全性を高めた。

(2) 非常停止スイッチ

今回開発した、非常停止スイッチを図6に示す。スイッチは、固定側接点と可動側接点からなる。非常停止スイッチを押し込む力が直接2つの接点を強制的に開離する力となる。この構造はEN60947-5-1で規定されている。

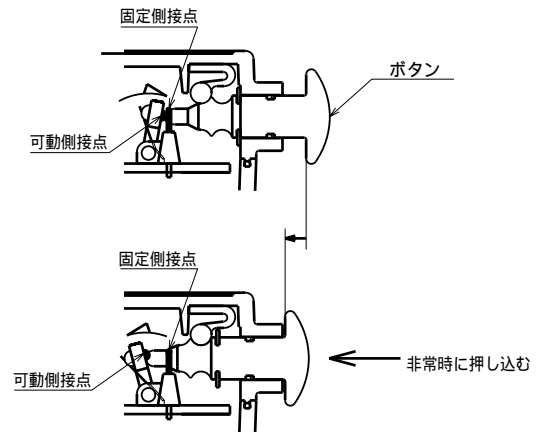


図6 非常停止スイッチ
Emergency stop switch

3.1.3 リレー接点溶着検出

テレコンにおいては、リレーの接点が溶着した場合、クレーンが運転者の予期しない動きをして非常に危険である。したがって、リレーの接点溶着検出が安全上必要である。リレー接点の溶着検出を行うには、市販のセーフティリレーを使用することで実現可能である。しかし、セーフティリレーは一般のリレーに比べて高価であり、すべてのリレーをセーフティリレーとすることは、コストの面で問題である。今回、コストを抑えながら溶着検出する方法を実現した。

図7に今回実現したリレー接点溶着検出のブロック図を示す。K1とK2は操作信号を出力するリレーであり、操作に応じてON/OFFする。K1とK2のコモンラインにはCOMリレー

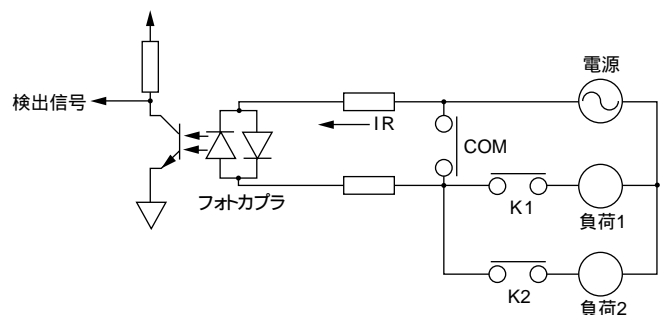


図7 リレー接点溶着検出
Detection of relay contact fusing

が配置されている。COMリレーは、受信装置の電源投入時にはOFFになり、操作信号のリレー出力を許可する時にONとなるリレーである。また、電流検出部（フォトカプラ入力部）に流れ込む電流をIRとする。

受信装置の電源を投入した際には、COMおよびK1、K2のリレー接点はOFFの状態にあり、IRは流れない。しかし、K1のリレー接点が溶着してONの状態にあると、IRが電流検出部に流れ込む。この電流の有無を検出することで、接点溶着検出が可能となる。溶着していない場合には、COMのリレー接点がONとなり、操作信号のリレー出力が可能となる。

3.1.4 傾斜検出

テレコンは手に持って操作を行うため、通常操作外の角度で（例えば、ストラップで吊るされた場合は、操作スイッチがどこかにぶつかって押されても、操作信号が送信されないことが望ましい。また制御器の操作パネル面を下に向けて置いた場合に、操作スイッチが何かの突起にあたってスイッチがONとなっても操作信号が送信されてはならない。この機能を実現するために、制御器内部に傾斜センサを内蔵している。その傾斜検出角度を図8に示す。

従来は傾斜検出を行うために水銀スイッチを使用したが、環境問題を考慮し、本機は金属接触式の傾斜検出スイッチを採用した。このスイッチは、接触信頼性を高めるために金めっきされた金属球を使用しており、チャタリングによる誤検出防止と接点の摩耗を防止するために、内部に液体を封印している。

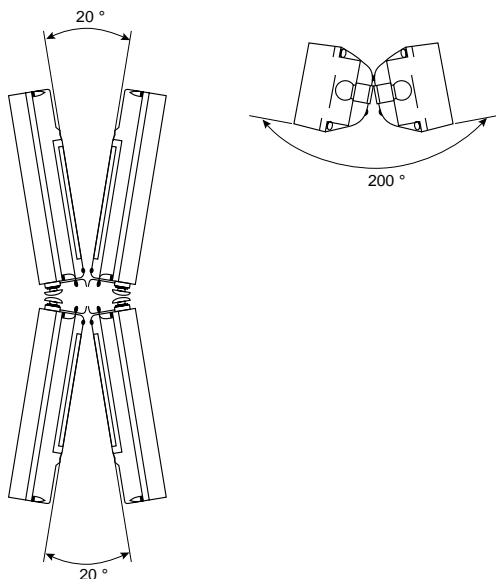


図8 傾斜検出角度
Angle of tilt detection

3.2 使いやすさの向上

3.2.1 防水性

テレコンの用途は、クライミングクレーン等、屋外で 사용되는建設機械の分野にも広がりつつある。今回の開発では、小雨の中でも使用できるようにIP65の保護構造とした。操作スイッチ部と外周の防水用エラストマ樹脂を、外筐のポリカーボネート樹脂と一体成形し、気密性を高めた。また、下ケース底面に撥水性防水膜を設け、温度変化（高温 低温）により内部圧力が減圧し、ケース嵌合部から水の吸い込みが発生しないようにした。制御器の防水構造を図9に示す。

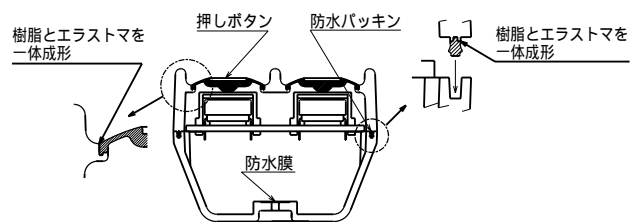


図9 制御器防水構造
Waterproof structure

3.2.2 制御器形状

制御器は、長時間操作しても手が疲れないことが求められる。そこで、片手で操作がしやすく、疲れにくいように、手になじむ形状とした。また各スイッチ部は、凸状のガードを設け、誤操作を防止する構造とした。制御器の形状を図10に示す。



図10 制御器
Controller

3.2.3 2段スイッチ

近年、クレーンはインバータ化が進み、「軽く押して低速、強く押して高速」となる2段操作式のクレーンが増加しつつある。インバータクレーンの運転パターンを図11に示す。インバータは、周波数変化によりモータの回転速度を制御するものであり、「クレーンの始動・停止時の荷揺れの防止」や「微

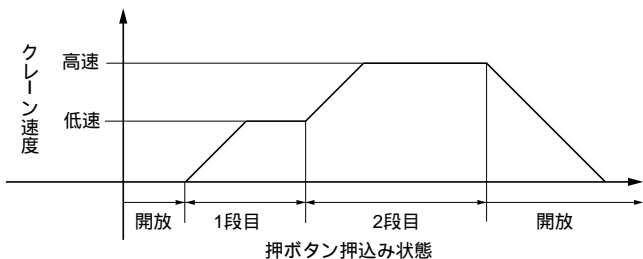


図11 インバータクレーンの運転パターン
Operation of inverter crane

少量の移動が必要とされるインチング操作が容易」等の利点がある。このインバータクレーンの操作に対応した2段スイッチを今回独自に開発した。

(1) スイッチ構造

ハンディタイプのテレコン制御器に内蔵できるような小型の2段スイッチは市販品もあるが、「強い押し圧での繰り返し使用での寿命が短い」、「皮手袋による作業ではクリック感が足りない」といった問題があり、テレコンでは使用できない。今回開発した2段スイッチは、1段スイッチを2つならべ、その上にシーソーのような操作板をおいた。これにより1段スイッチと同等の長寿命と高信頼性を実現した。またクリック感を増すために、スイッチに操作力を伝えるエラストマ樹脂の硬さや、突起部の高さや形状を工夫した。これにより、市販の2段スイッチより長いストロークがあり、操作感の良い2段スイッチを実現した。

(2) 誤操作防止処理

テレコンが使用される現場では、皮手袋による作業が多く、操作スイッチの1段目のクリック感がわかりにくいために、一気に2段目までスイッチを押し込んでしまうことが想定される。そこで運転者が2段操作を行う場合には、1段目の状態をある一定時間継続した後に2段目を押し込んだときだけ2段目の操作が有効となるようにすることも可能にした。1段目の操作と2段目の操作の間の時間差については、多数の作業者にいくつかの時間差の制御器を操作してもらい、最も操作感の良かった0.18秒を標準とした。

(3) スイッチ故障検出

2段スイッチは、必ず1段目が最初にONとなり、次に2段目がONとなる。1段目がOFFで2段目がONとなる組み合わせはないので、この不合理が生じたときは、スイッチ故障と判定し、制御器のエラー表示を行い操作を無効とした。

3.2.4 充電対応

ハンディテレコンも生産ライン等で連続使用されるケースが増えているため、制御器の電源が乾電池方式では、電池の使用数量が膨大なものになってしまう。

このため今回、1100mAhニカド電池を採用した。また休憩時間内で充電が完了するように、最大75分で充電完了となる急速充電方式を採用した。満充電検出は、ピーク検出方式とし、過充電による電池へのダメージを低減した。また、メモリ効果防止のための放電機能も備えた。

更に、突然の電池切れで充電時間も無い場合や充電に必要な交流電源がない山間地などで使用する場合に、乾電池も使用できるように、制御器に内装可能な乾電池ケース（単4電池4本使用）をオプションで用意した（図12）。



図12 乾電池ケース
Dry battery case

3.2.5 インチング対応

インチング操作とは、クレーンの吊り荷の細かい位置決めを行う際に、運転者が早い頻度で操作スイッチをON/OFFすることをいう。しかし、極端に早い頻度でのON/OFF操作は、クレーンのモーターに損傷を与える。そこで早すぎるインチング操作を受け付けなくとも可能とした。そのときの受信装置のリレー出力パターンを図13に示す。

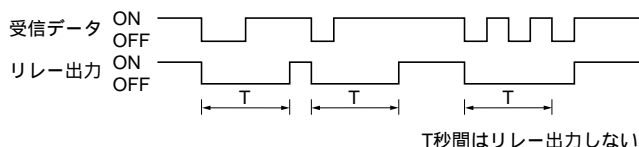


図13 インチングモードのリレー出力パターン
Relay output of inching mode

4 主要規格

本機的主要仕様を表3に示す。

表3 主要仕様
Specification of Handy10 telecon

制御器・受信装置				
装置型名	KC8331A	KC8331B	KC8332A	KC8332B
無線局	微弱無線局		特定小電力無線局	
無線周波数	311.000 MHz ~ 314.975 MHz 160波		429.2500 MHz ~ 429.7375 MHz 40波	
送信出力	3m離れた地点での電界強度が500 μV/m以下		10mW	
通達距離	約50m		約150m	
誤り検定方式	パリティ検定, 反転2連送照合, 機器アドレス照合			
応答時間	60ms			
操作項目	10操作 (すべて1段操作) 電源入/切 非常停止	10操作 (6操作は2段操作) 電源入/切 非常停止	10操作 (すべて1段操作) 電源入/切 非常停止	10操作 (6操作は2段操作) 電源入/切 非常停止
出力容量	S1 ~ S12出力 S13, S14出力 S15, S16出力 主電源 使用リレー	AC250V/5A (合計) AC250V/5A (合計) AC250V/5A (合計) AC250V/5A (合計) オムロン製G2R-1-SD (コイル定格電圧DC12V)		
リレー寿命	AC200V, 投入時1000VA (5A) / 投入後10VA (50mA) の負荷にて50万回以上			
制御器電池	KC0130A ニカド電池 または, 単4形乾電池4本 (KC0140A 乾電池ケース使用時)			
連続使用時間	24時間		12時間	
受信装置電源	電源定格 AC100-240V 1 50/60Hz 消費電力 50VA以下			
使用温度・湿度	- 10 ~ + 60 , 90% RH以下 (結露なきこと)			
制御器耐振性	0 ~ 10 Hz 振幅3mm, 10 ~ 30 Hz 振幅1mm (3方向掃引 各30分)			
受信装置耐振性	0 ~ 10 Hz 振幅3mm, 10 ~ 30 Hz 振幅1mm (3方向掃引 各30分)			
制御器耐衝撃	294 m/s ² (30G) 3方向 各3回			
受信装置耐衝撃	147 m/s ² (15G) 3方向 各3回			
制御器保護等級	IP65			
受信装置保護等級	IP65			
制御器寸法・質量	W55 × H195 × D46 mm (突起部含まず), 約400g (KC0130A ニカド電池含む)			
受信装置寸法・質量	W297 × H225 × D95 mm 約3.6 kg	W297 × H225 × D95 mm 約3.8 kg	W297 × H225 × D95 mm 約3.6 kg	W297 × H225 × D95 mm 約3.8 kg
項目	KC4330A 充電器			
受信装置電源	電源定格 AC100-240V 1 50/60Hz 消費電力 55VA以下 (定格24-38VA)			
使用温度・湿度	0 ~ + 40 , 90% RH以下 (結露なきこと)			
充電時間	約75分			
制御器寸法・質量	W75 × H40 × D140 mm (突起部含まず), 約500g (付属AC電源コードを含む)			

5 むすび

今回、開発にあたっては実績のある安全性設計を継承しつつ、制定されつつある海外諸国の安全規格も考慮して、さらなる安全性の追求を行った。またテレコンの普及とともに多様化したユーザーズに応え、海外市場への展開も考慮し、2機種をベースマシンとして、韓国、中国をはじめ、各国電波法に対応したシリーズ化を行った。今後も安全性・基本性能を高めつつ、社会の様々な場で活躍するテレコン装置の開発を行っていく。

参考文献

- 1) 中間, 小林, 関口, 関: “タイニーテレコン”, アンリツテクニカル, 67号(1994.3)
- 2) 中間, 小林, 小柴, 関口: “特定小電力を利用したテレコン装置”, アンリツテクニカル, 67号(1994.3)
- 3) 高橋: “無線遠隔制御装置(テレコン)”, アンリツテクニカル, 71号(1996.3)
- 4) 赤坂: “テレコンの安全技術”, アンリツテクニカル, 71号(1996.3)
- 5) 小林, 小柴, 渡辺, 善最: “比例制御6テレコン「プロコン6テレコン」”, アンリツテクニカル, 72号(1996.9)