



船舶電装工事の技術革新のための
調査研究報告書

平成 18 年 3 月

社団法人 日本船舶電装協会

まえがき

この報告書は、競艇の交付金による日本財団のご支援により、平成15年度助成事業および平成16年度助成事業として、当協会が実施した「船舶電装工事の技術革新のための調査研究」の成果を基に、がい装なし電線と新しい電装材料を用いた工事方法の実現を図るため、船殻構造部材別に「鋼船」、「アルミ船」および「FRP船」に分類して、それぞれの船舶の工事指針として「工事要領」の形でまとめたものである。

この船舶電装工事の技術革新のための調査研究は、「がい装なし電線」の利用拡大を図るとともに今後の新しい船舶の電装工事に役立つものであり、船舶電気艀装工事の合理化に資するものである。

なお、本調査研究のまとめを実施するにあたっては、東京海洋大学海洋電子機械工学科坪井邦夫教授を委員長とする「船舶電装工事の技術革新のための調査研究委員会」を設け、各委員の熱心なご検討とご協力によるほか、国土交通省および日本海事協会（NK）のご指導を得て実施したものであり、これらの方々に対し、心から感謝の意を表する次第である。

船舶電装工事の技術革新のための調査報告書

目 次

第1 緒言

1.1 調査研究の目的	1
1.2 調査研究の実施	2
1.3 調査研究委員会	4
1.4 委員会の開催	5

第2 鋼船

2.1 工事材料	6
2.1.1 材料及び部品	6
2.1.2 ケーブル	6
2.1.3 ケーブル固定材料	10
2.1.4 ケーブル支持金物	12
2.1.5 貫通金物	15
2.1.6 電線管	18
2.2 ケーブルの布設	19
2.2.1 一般	19
2.2.2 ケーブルの仕分け及び積み込み	20
2.2.3 ケーブル布設要領	21
2.2.4 ケーブルの貫通	24
2.2.5 ケーブルの湾曲	30
2.2.6 ケーブルの固定方法	30
2.2.7 ケーブルの固定間隔など	33
2.2.8 ケーブルの保護	34
2.3 電線管の布設	35
2.3.1 電線管布設上の注意	35
2.3.2 電線管の布設要領	36
2.4 マスト、ポストのケーブル布設	36
2.4.1 電路布設位置	36
2.4.2 マスト、ポスト等の電線保護	37
2.5 電線端末処理	38
2.5.1 一般	38
2.5.2 動力用ケーブル	38
2.5.3 照明用ケーブル	39
2.5.4 通信用ケーブル	39
2.5.5 ケーブルの導入	39

2.6	結線	44
2.6.1	一般	44
2.6.2	心線さばき	44
2.6.3	端子盤への接続	45
2.6.4	結線の具体例	46
第3 アルミ船		
3.1	工事材料	49
3.1.1	材料及び部品	49
3.1.2	ケーブル	49
3.2	配線工事	53
3.2.1	電線の布設	53
3.2.2	電線の支持	53
3.2.3	電線の貫通	54
3.3	電路工事	54
3.3.1	種類	54
3.3.2	主電路	54
3.3.3	組み立て電路	55
3.3.4	バラ電路	55
3.3.5	支電路	55
3.3.6	単式電路 (FE 型ハンガ)	55
3.3.7	単式電路 (FF 型ハンガ)	55
3.3.8	単式電路 (L 型ハンガ)	55
3.3.9	電線パイプ材料	55
3.3.10	電線バンド&バックル	55
3.4	電線貫通工事	56
3.4.1	種類	56
3.4.2	防水貫通 (甲板)	56
3.4.3	防水貫通 (隔壁)	57
3.4.4	防火貫通	57
3.4.5	防火・防水貫通	57
3.4.6	気密貫通	57
3.4.7	非防水貫通	57
3.4.8	機器類への電線導入	57
3.5	結線工事	57
3.6	接地工事	58
3.6.1	機器の接地	58
3.6.2	電線の接地	58

3.6.3	マストの接地	58
3.6.4	その他	58
第4 FRP 船		
	FRP の概要	97
	FRP の構造	97
	FRP の電気特性	97
4.1	工事材料	98
4.1.1	材料及び部品	98
4.1.2	ケーブル	98
4.1.3	ケーブル固定用材料	101
4.1.4	ケーブル支持金物	104
4.1.5	貫通金物	108
4.2	ケーブル布設	115
4.3	接地工事	115
4.3.1	接地の目的	115
4.3.2	接地に関する諸規則	117
4.3.3	接地の方法	118
4.3.4	接地工事要領	122
第5 まとめ		
		126

第 1 緒 言

1.1 調査研究の目的

船舶に搭載される電気設備は、甲板機械、航海計器、無線機器、冷暖房設備等、近年、ますます技術の高度化が図られるとともに、規定・規則等の改正と相まって、船舶に搭載される電気設備の種類が増加し、機能の向上により船舶の安全航海に大きく寄与してきている。これに伴い、電気設備の艙装工事（機器据付、電線布設、結線等）および機器保守整備工事が増大し、多様化している。

このような電気設備の発展と併行して、船舶電気艙装工事に密接に関係する船用電線（JISC3410）、電線布設用支持金物、電線固定材料、貫通金物、端子および端子台、装備工事用材等についても開発・改良が進められてきた。

例えば、電線については、金属被覆の一種でもある「あじろがい装電線」がある。この電線は堅く扱いにくい面はあるが、他動的（機械的）損傷に強く、設計および工事の両面において特別な保護対策を考慮する必要性も少なく、特殊な場合を除いてほとんどの船舶に採用されている電線であり、船舶電気艙装設計および工事に関する工数削減に寄与している。

ところが、主に欧州系の造船所で建造される船舶では、数十年前から、「がい装なし電線」が使用されていることも事実である。特に、客船では、原則として「がい装なし電線」が使用されているし、また一般商船はもとより大型軍艦でも使用されている事実もあり、欧州系で、このように「がい装なし電線」が使用されるのは、それなりの理由があつてのことと思われる。

その要因として次のようなことが考えられる、即ち、要因1としては、数十年前から、欧州系の電線メーカーは、600V以下の低圧電気システム用の電線は、「がい装なし電線」の製作に特化しているということ、要因2としては、欧州系造船所の独壇場である客船建造では、布設電線重量の軽減、特に、多くの客室に電子機器用の配線がなされるので、ノイズ対策としての電磁シールドおよび火災時の有毒煙害対策としての軽量「ノンハロゲンシールド(Screen)付がい装なし電線」が基本仕様となっていると推定される、要因3としては、欧州系造船所の建造工期が日本の造船所に比べ2～3倍の工期が一般的であるようであり、電線布設作業時の他部門との混在作業も比較的少なく、少人数で緩やかな建造行程における電線布設工事中のシースの損傷等は考えなくてもよいものと思われる。

現実に、日本で建造を発注する北欧系船主の中には、日本の造船所は、なぜ、「がい装電線」を使用したがるのか疑問に持つところもある。

我が国においても、船舶の需要が多様化するなか、「がい装なし電線」が軽量化や工事の内容によって、この材料を積極的に使用したいとの要求が強く出されている。特に、重量管理の厳しい船舶の場合、「がい装なし電線」を採用し、工事材料の重量軽減を図ることは理にかなったものといえる。

また、船用電線以外の電装工事材料の一つに、電線結線用端子があるが、従来の圧着端子方式に代わり、差し込み式端子接続法が採用されつつある。電線を端子台に接続するこれまでの方法は、圧着端子をねじやボルトナットを用い端子台に接続する方法であるが、差し込み式は、端子台の構造が従来と異なり、ねじやボルトナットは無く、スプリングにより端子台の中で電線を「押さえ込む」又は「挟み込む」方式である。結線作業が簡単であるため、最近では計装、通信および無線機器を主な対象に、差し込み式端子による電線接続が普及しつつある。

このような状況に鑑み、本委員会では平成15年度に「がい装なし電線」の調査研究を実施した、また、平成16年度にはがい装なし電線の利用拡大を図るため、「端子、コネクタ、ハンガ等」の電装工事材料等に関する調査研究を実施した。

平成17年度は、これらの成果を基に、がい装なし電線や端子等の新しい電装材料を使用した電装工事方法の実現を図るため「指導書・電気艀装工事編」に倣って、「工事要領」を作成し、それらの材料を使用した工事の実施上の指針とし、船舶電装のコスト削減、軽量化および工期の短縮に寄与することを目的とする。

1.2 調査研究の実施

調査研究を進めるに当たっては、(社)日本船舶電装協会に「船舶電装工事の技術革新のための調査研究委員会」を設置し調査研究を実施した。

調査研究では、鋼船、アルミ船およびFRP船に分けて、次頁に示す様に「船殻構造材別電装工事材料比較表」を作成し、詳細を検討し、工事の流れおよび工作要領等を船殻構造材別に成果としてまとめた。

鋼船用がい装なし電線工事要領

アルミ船用がい装なし電線工事要領

FRP船用がい装なし電線工事要領

今回、作成する各電線布設工事要領は、「がい装なし電線」を布設工事する場合のものである、即ち、電線布設工事要領は、従来の「がい装あり電線」の場合と原則的にはほとんど同じと考えられるが、鋼船およびアルミ船、特にFRP船の特殊性を考慮した工事注意点を主体に作成されたものである。

また、記載されている付図等に示されている各電線布設工事要領は、そのまま、管海官庁および船級協会の承認を得られるということではなく、「船の種類、電線布設場所の状況およびそれに対する常識的な保護方法」等々、設計段階で説得力のある工事中の電線養生および船の建造完了後の電線保護策等を示した電線布設工事要領計画を管海官庁および船級協会に説明するとともに、その承認を取得する必要がある。

船殻構造材別 電装工事材料比較表

工事材料	分類	船殻構造材別船舶		
		鋼船	アルミ船	FRP船
船用電線 (がい装あり電線)		JISC3410-99	同左	同左
船用電線 (がい装なし電線)		JISC3410-99	同左	同左
		電線を、金属バンドで固定する場合は、保護材（ゴム等）を電線に巻いてシースをいためないようにする。		
軽量化電線 (がい装なし電線)		JIS準拠	同左	同左
		電線を、金属バンドで固定する場合は、保護材（ゴム等）を電線に巻いてシースをいためないようにする。		
電路用ボルトナット		鉄	SUS	鉄
電路支持金物		鉄、	アルミ	鉄、アルミ
電路支持金物の船体への 取り付け		溶接	溶接	接着、ボルトナット、 ビス
電線固定材料 (抑えバンド)		鉄、SUS	SUS	鉄、SUS
電線固定材料 (巻きバンド)		鉄、SUS、樹脂	SUS、樹脂	鉄、SUS、樹脂
船殻構造電線貫通材 (グラウンド)		鉄	アルミ	鉄、黄銅、アルミ、 樹脂
船殻構造電線貫通材 (コーミング)		鉄	アルミ	アルミ、樹脂
船殻構造電線貫通材 (MCT)		鉄	鉄（要絶縁処理）	
電線管		鉄	アルミ	鉄、アルミ
フレキシブルコンジット		鉄、SUS	SUS、樹脂	鉄、SUS、樹脂
電線カバー		鉄	アルミ	鉄、アルミ、樹脂
電食対策			暴露部：アルミ以外の 金属艀装品は防食 シートで船体から絶 縁	
電気機器の接地		メタルタッチ、接地 線で船体に接地	メタルタッチ、接地 線で船体に接地	接地線で接地銅板に 接地
避雷装置		金属マストが船体に 直結なら不要	金属マストが船体に 直結なら不要	金属マストが接地銅 板に接続なら不要
		不良導体のマストの場合は、避雷装置を設け確実に接地する。		

1.3 調査研究委員会委員名簿

船舶電装工事技術革新調査研究委員会委員名簿 (順不同、敬称略)

区 分	氏 名	所 属 ・ 役 職 等
委員長	坪 井 邦 夫	東京海洋大学 教 授
委員	木 船 弘 康	東京海洋大学 助教授
	村 山 隆	鉄道建設・運輸施設整備支援機構
	成 澤 平	(財)日本海事協会 機関部主管
	藤 吉 正 俊	製品安全評価センター
	菅 原 登 明	(株)北澤電機製作所
	三 宅 徹	(株)IHI マリンユナイテッド 艦船技術部
	新 田 泰 彦	ユニバーサル造船(株) 艦船設計部
	杉 崎 正 隆	三井造船(株) 船舶・艦艇事業本部
	藤 岡 伸 吾	渦潮電機(株) 西条工場
	光 原 良 雄	山陽船舶電機(株) 常務取締役
	浜 崎 久 治	(有)浜崎電機工業所 代表取締役
	飯 作 晃 男	三信船舶電具(株) 技術部
	寺 林 秀 男	横浜電工(株) 営業企画部長
	鈴 木 勝 幸	墨田川造船(株) 技術部 部長
北 村 公 一	(株)ノムラ 代表取締役	
オブザーバー	神 谷 和 也	国土交通省 海事局 検査測度課 船舶検査官
	梶 田 智 弘	国土交通省 海事局 安全基準課 専門官
	生 駒 豊	国土交通省 海事局 船用工業課 専門官
	小 玉 真 一	海上保安庁 装備技術部 船舶課 船舶工務官
事務局	関 龍 一 郎	(社)日本船舶電装協会 常務理事

1.4委員会の開催

第1回委員会 平成17年4月27日(水) 於 : 航空会館801会議室

- 議事 (1) 事業計画について
(2) 調査研究内容について
(3) 調査研究の進め方について
① 「工事要領書(仮名)」の区分
② 「工事要領書(仮名)」の作成分担
③ 今後のスケジュール

第2回委員会 平成17年9月28日(水) 於 : 航空会館504会議室

- 議事 (1) 第1回技術革新調査委員会議事要録の確認
(2) 鋼船用「がい装なし電線工事要領」について
(3) アルミ船用「がい装なし電線工事要領」について
(4) FRP船用「がい装なし電線工事要領」について
(5) 次回技術革新委員会について

第3回委員会 平成18年2月8日(水) 於 : 航空会館203会議室

- 議事 (1) 第2回技術革新調査委員会議事要録の確認
(2) 17年度船舶電装工事の技術革新のための調査研究報告書(案)について

第 2 鋼 船

2.1 工事材料

2.1.1 材料及び部品

材料と部品の区別は、生産管理による工事方法や材料、部品の標準化の程度が各社ごとに多少の相違があるので、明確に区別できないが、大体消耗品的なものを材料とし、その他のものを部品として取扱っている。

表 2.1.1 鋼船の電気艙装工事に使用する材料及び部品

用 途	材 料 及 び 部 品
ケーブル固定用	ケーブル押えバンド、ケーブル巻バンド、バンドバックル、樹脂バンド
ケーブル支持用	電線馬、ケーブルハンガ、ハンガ吊り脚、ランナバー、ダクト、トランク、線樋
ケーブル貫通用	グラウンド、ケーブル貫通箱、コーミング、ブッシング、防水材料、充填材
ケーブル保護用	電線管、電線管用付属物、フレキシブルチューブ
機器へのケーブル接続用	圧着端子、テープ、チューブ、防水材料、はんだ、ペースト
装備工事用	機器台（床取付形、壁取付形、天井取付形）、防振ゴム、防波箱、照明器具取付台、手さげ灯用引掛フック
接地工事用	接地導体、接地金物
防食工事用	ジंकクロメート、ジंकクロメート座金
各工事用	小ねじ、ボルト、ナット、座金

2.1.2 ケーブル

ケーブルは、JIS C 3410-99（船用電線）規格によるものとする。ただし、規格に規定されていないものについては、その他の JIS 規格品、日本電線工業会（JCS）規格品で船級協会の承認を取得したケーブル又はこれと同等以上のもの（管海官庁の承認を受けたもの）を使用する。

参考のため、NK 鋼船規則で使用が認められている JCS 規格品等を次に示す。

- ① JCS 4283-77 660V 船用けい素ゴム絶縁あじろがい装ケーブル
- ② JCS 3296-77 660V 船用制御機器配線用ビニル絶縁電線
ただし、同心より線を使用したもの（660V-SY）を除く
- ③ JCS 4312-00 高圧船用電線
ただし、耐電圧試験は規則 H 編 2.17.6-5 及び-6 によること
- ④ JCS 4316-55 無機絶縁ケーブル
- ⑤ JCS 3337-00 150V 船用電子機器配線用ビニル絶縁電線
- ⑥ JCS 4338-77 150V 船用多心ビニル絶縁ビニルシースあじろがい装ケーブル
- ⑦ JCS 3378-81 660V 船用配電盤用単心可とう難燃架橋ポリエチレン絶縁電線
- ⑧ 耐延焼性船用電線は IEC60332-3CategoryA の試験に合格した耐延焼性ケーブル、
なお、JIS C 3410-99 で耐延焼性ケーブルが新規に規格化された。
- ⑨ 火災に対する考慮として、IEC 60331 の試験に合格した耐火性ケーブル

(1) 電線記号

(a) 船用電線記号に使用されている文字の意味は、表 2.1.2 及び 2.1.3 のとおりである。

表 2.1.2 線心数及び用途の記号の意味

FA	耐延焼性	M	多心制御用及び信号用
S	単心電灯用及び動力用	TT	電話用及び計装用
D	2心電灯用及び動力用	P	移動用又は可とう
T	3心電灯用及び動力用	SCP	配電盤用
F	4心電灯用及び動力用		

表 2.1.3 構成・材料の記号の意味

絶縁記号		外被記号		がい装記号		防食層記号		その他の記号	
P	EP ゴム絶縁	L	鉛被	C	あじろがい装	Y	ビニル防食	S	一括遮へい
SR	けい素ゴム絶縁	Y	ビニルシース	CB	銅合金線がい装			-S	各心又は各対遮へい
Y	ビニル絶縁	N	クロロブレンゴムシース					E	接地線
C	難燃架橋ポリエチレン絶縁	D	編組						

(注 1) EP はエチレンプロピレンを示す。

(注 2) あじろがい装は鋼線によるものとし、銅合金線あじろがい装の場合には C の代わりに CB とする。

(b) 電線の種類及び記号の使用方の一例を次に示す。

- ① JIS C 3410-99 船用電線は、従来の難燃性の規定が、「IEC 60332-1 に準拠した耐炎性」と「IEC 60332-3 Category A に準拠した耐延焼性」の 2 種類に規格化された。
- ② JIS C 3410-99 船用電線の公称電圧表示は、「IEC 規格に合わせ、0.6/1.0kV」である。なお、0.6kV：対地電圧（交流）、1kV：線間電圧（交流）を意味する。但し、多心線及び電話用電線の公称電圧表示は、従来と同じく「250V」である。
- ③ 一般動力・電灯回路用電線の呼び方の例。
 - ・ 0.6/1.0kV TPYC-4：0.6/1.0kV 耐炎性 3 心 EP ゴム絶縁ビニルシースあじろがい装ケーブル (4mm²)
 - ・ 0.6/1.0kV TPYCY-4：0.6/1.0kV 耐炎性 3 心 EP ゴム絶縁ビニルシースあじろがい装ビニル防食ケーブル (4mm²) (防食ケーブルの場合には、ケーブル記号の最後に、防食層「Y」の記号を付ける。)
 - ・ 0.6/1.0kV FA-TPYC-4：0.6/1.0kV 耐延焼性 3 心 EP ゴム絶縁ビニルシースあじろがい装ケーブル (4mm²) (耐延焼性ケー

ブルの場合には、ケーブル記号の前に「FA-」をつける。）

- ④ 多心線及び電話用ケーブルの呼び方の例。（絶縁記号を省略する。）
- ・ 250V MPYC-12：250V 耐炎性多心 EP ゴム絶縁ビニルシースあじろがい装ケーブル（12 心）
 - ・ 250V TTYC-3：250V 耐炎性電話用ビニル絶縁ビニルシースあじろがい装ケーブル（3 対）
- ⑤ 配電盤用電線の呼び方の例。（絶縁記号及び外被記号を省略する。）
- ・ 0.6/1.0kV SCP-6：0.6/1.0kV 配電盤用可とう難燃架橋ポリエチレン絶縁電線（8mm²）

(c) J I S 船用がい装なしケーブル

機械的損傷を受けるおそれの無い居住区域、また適当な金属覆いによって保護された電路などに敷設されるケーブルにはがい装なしケーブルが使用されることがある。

例：0.6/1.0kV TPY-4

0.6/1.0kV 耐炎性 3 心 EP ゴム絶縁ビニルシースケーブル（4mm²）

ただし、使用に際して、JIS C 3410-99 船用電線規格に、単心線とシールド線の規格がないことに留意する必要がある。

(d) 軽量化電線（あじろがい装なし）

J I S 規格に準拠した軽量化電線（あじろがい装なし）としてノンハロゲン耐延焼性船用軽量電線が、海上保安庁船などに使用されている。

例：0.6/1.0kV TCO-4

0.6/1.0kV ノンハロゲン耐延焼性 3 心架橋ポリエチレン絶縁ポリオレフィンシースケーブル（4mm²）

ただし、構成材料記号の「0」は、難燃ポリオレフィンシースを表している。

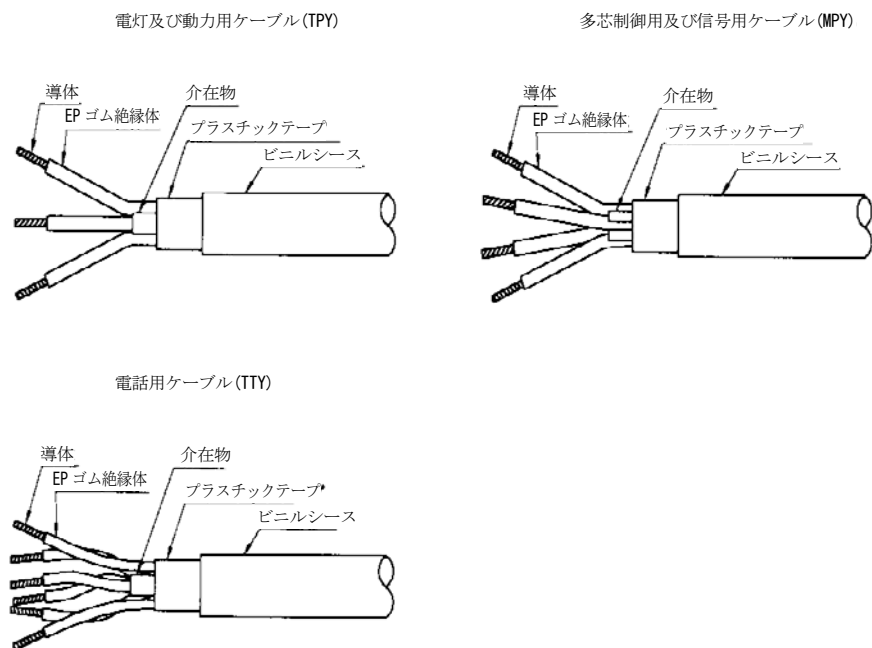


図 2.1.1 船用あじろなしがい装電線の構造例

(2) 船用電線の構造

一般によく使用されているケーブルの構造例を図 2.1.1 及び図 2.1.2 に示す。

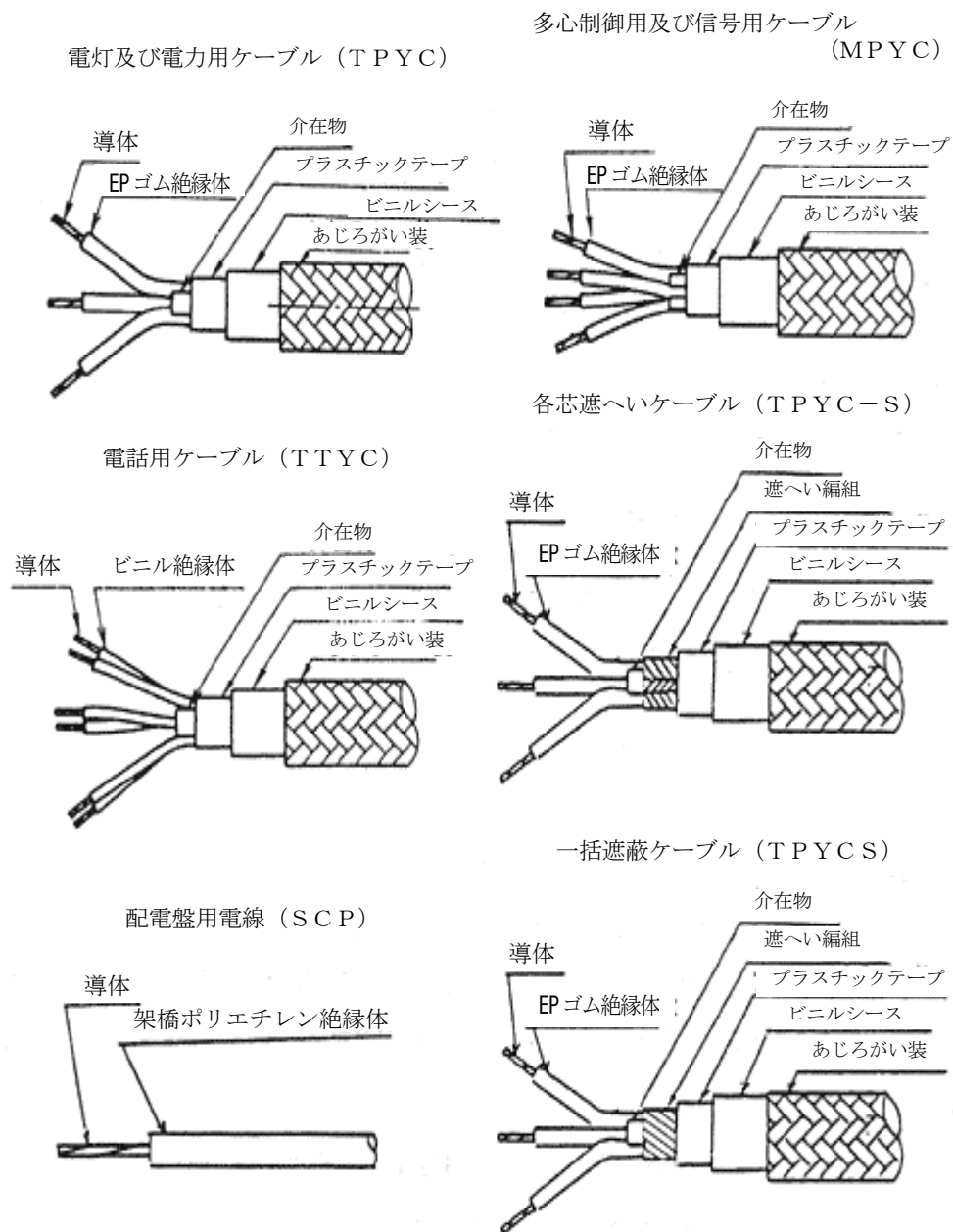


図 2.1.2 船用あじろがい装電線の構造例

(3) ケーブルの適用

電線の公称電圧表示が、「0.6/1.0kV」に一本化されたので、440V 回路及び 220V 以下の回路とも使用電線の適用区分は同じである。

なお、多心線及び電話用電線は、従来と同じく「250V クラス」である。

2.1.3 ケーブル固定用材料

(1) ケーブル押えバンド

ケーブルを固定するのに使われる。船用電線帯金（黄銅の帯状のもの）を所要の長さに切断し、形打ち、止めねじ穴の穴あけ加工したものを使用する。バンドの種類は、0号から5号まであり、ケーブルの本数によって使い分けるが、本数が多くなると、形打ちなどの加工工数が多くかかるので、最近特殊な場合を除き、使用されていない。なお、がい装なしケーブルの場合には、ゴムシートを巻くなどしてケーブルを保護する必要がある。

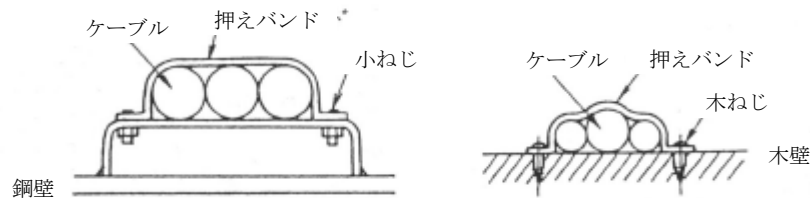


図 2.1.3 ケーブル押えバンド

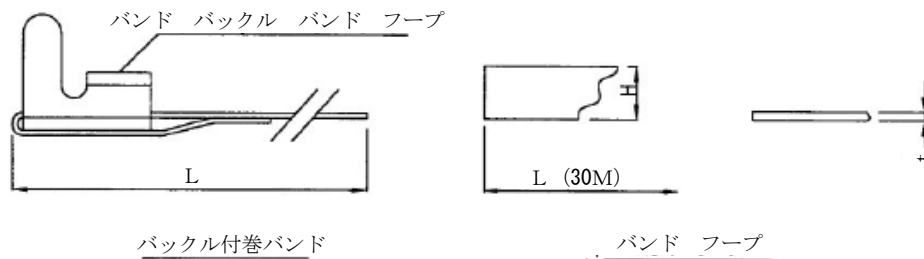
(2) ケーブル巻バンドおよびバンドバックル

ケーブル巻バンドは、軟鋼又はSUS（ステンレス）のテープ状のもので、ケーブルを固定するのに使用する。あらかじめ所定の長さに切断し、ケーブル群に巻付け、止め金具（バンドバックル）と工具により締付け、巻止めを行い、余長を切断して体裁を整える。電線馬、ハンガによる布設に使用される。なお、がい装なしケーブルの場合にはビニル被覆付きケーブルバンドを使用するなどしてケーブルを保護する必要がある。

表 2.1.4 巻バンドの材質及び寸法等

材質	寸法 (mm)		引張強さ N/mm ² (kg/mm ²)
	幅	厚さ	
軟鋼板 (SS-400) 亜鉛メッキ	14	0.4	37 (38) 以上
	16	0.6	510 (52) 以上
SUS 304	14	0.4	510 (52) 以上
	16	0.6	

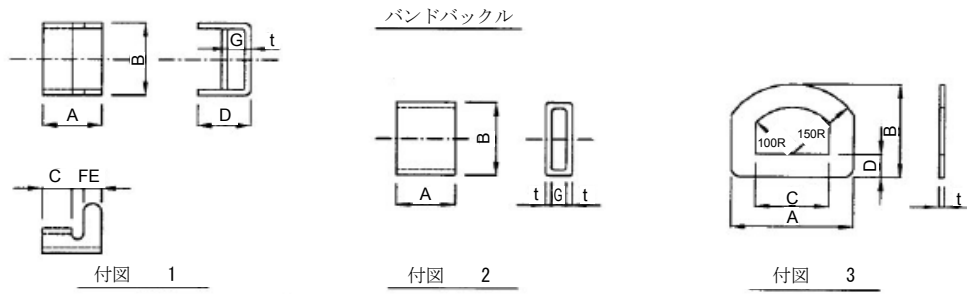
バンドバックルは、ケーブル巻バンドの締付け、巻止めに使用される。軟鋼又はSUS製で、O型、L型、D型などがある。



厚み(t) x 巾(H)	0.4x10	0.4x14	0.6x14	0.6x16	鉄
厚み(t) x 巾(H)	0.4x10	0.4x14	0.5x14	0.5x16	ステンレス鋼

ビニル被覆は上記材料に塩化ビニル被覆（約0.15mm～0.25mm）

図 2.1.4 ケーブル巻きバンド



呼び番号	寸法 (mm)								備考
	A	B	C	D	E	F	G	t	
普通形 1	10	13	5	9.0	3	2	3.0	1	付図 1
普通形 2	13	18	7	12.5	3	3	3.0	1	
普通形 3	25	18	17	12.5	5	3	3.0	1	
普通形 4	25	20	17	13.5	5	3	3.0	1	
○形 1	10	13	—	—	—	—	2.5	1	付図 2
○形 2	7	18	—	—	—	—	3.0	1	
RB形	25	20	15	5.0	—	—	—	1	付図 3

図 2.1.5 バンドバックル

(3) 樹脂バンド (インシュロック)

非金属製のケーブルバンドは、金属製のバンドの補助的なものとしての使用が認められている。表 2.1.5 に NK の承認を得たものの概要を掲げておく。

表 2.1.5 樹脂バンドの材質及び寸法など

材質	寸法 (mm)		引張強さ N/mm ² (kgf/mm ²)	備考
	幅	厚さ		
66 ナイロン	9.5~10.2	1.6~1.7	245~392 (25~40)	2種
	7.5~13.2	1.6~2.0	490~540 (50~55)	6種
	8.9~13.2	2.0	735~980 (75~100)	2種
	12.7	1.9~2.1	1078~1176 (110~120)	2種
テフロン系の樹脂	4.8	1.4~1.5	490~540 (50~55)	2種
	7.6	1.9	110~120 (110~120)	1種

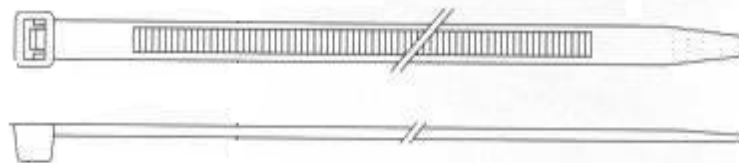


図 2.1.6 樹脂バンド

2.1.4 ケーブル支持金物

ケーブル支持金物はルールの的に大きな制約がないため、各造船所、各工場でそれぞれ標準があり、呼称もまちまちであるため、ここでは一例を取上げる。

ケーブル支持金物は、少数の電線を固定する支電路（電線馬）、多数の電線をまとめて固定する主電路、電線保護のためのパイプ電路・ケーブルトランク、その他の特殊電路に大別される。

(1) 支電路（電線馬）

サドル又は略して馬という。比較的ケーブル数の少ない場合に、ケーブルを支持するのに使われる。フラットバー（帯鋼）、形鋼によるコ形、T形、L形などがあり、その一例を次に示す。

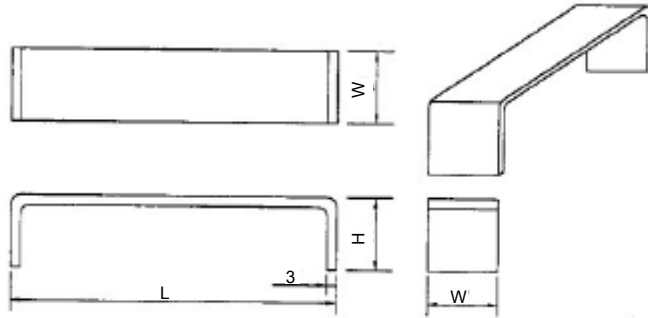


図 2.1.7 電線馬として使用するフラットバー（巻バンド用）

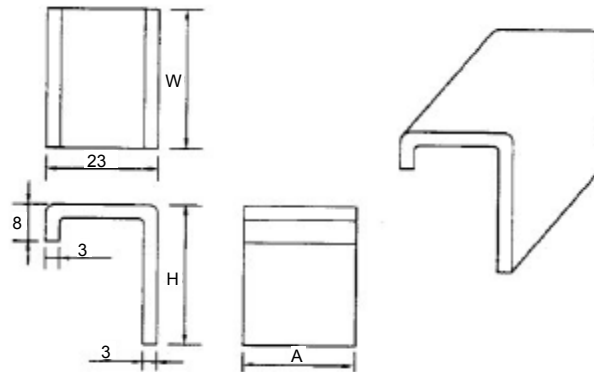


図 2.1.8 電線馬として使用する形鋼（巻バンド用）

(2) ケーブルハンガ（ハンガ）

ケーブルを支持するのに使われ、軟鋼製で単独ハンガと組立ハンガとがあり、それぞれに巻バンド用と押えバンド用がある。

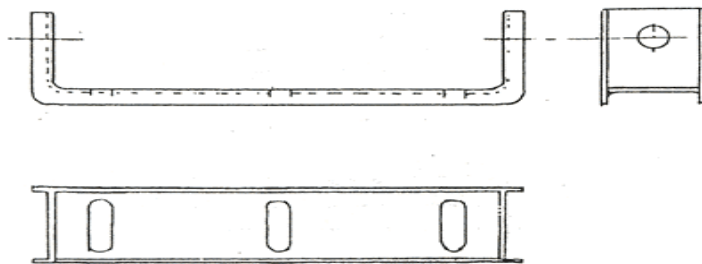


図 2.1.9 一般用ハンガ（ねじ止め式）

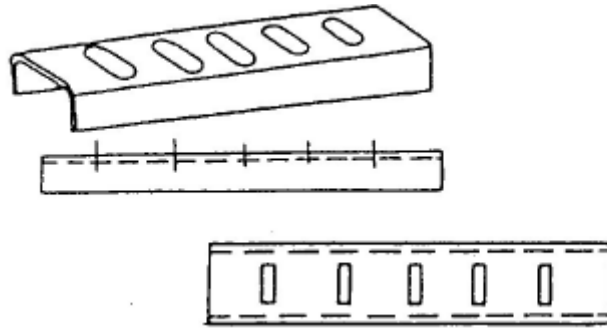


図 2.1.10 一般用ハンガ (溶接式)

(3) ハンガ吊り脚

略して脚という。ハンガを天井から吊り下げるために使われ、帯鋼、形鋼などがある。

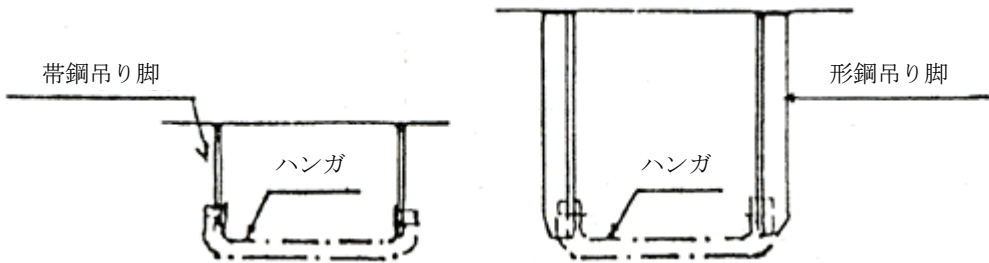


図 2.1.11 ハンガ吊り脚

(4) ランナバー

ハンガの吊り脚を直接吊り下げずにビーム間に横方向に帯鋼、丸鋼、パイプなどを渡し、これにハンガ吊り脚又は直接にハンガを取付けるような場合に使う。

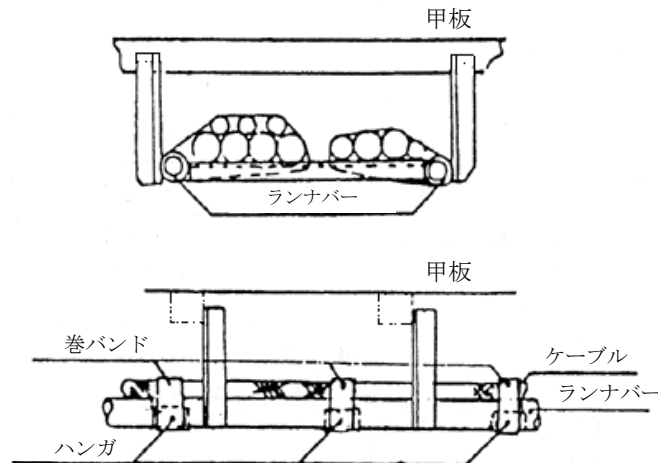


図 2.1.12 ランナバー

(5) トレー式電路

軟鋼板をコ字形（金属導板で長いもの）としたもので、主に上向（U）に付けられ、ケーブルを支持するものに使われる。

がい装なしケーブルの場合、本電路を使用すれば、ケーブルが他動的損傷を受ける恐れが少なくなり、ケーブル保護対策としても使用される。

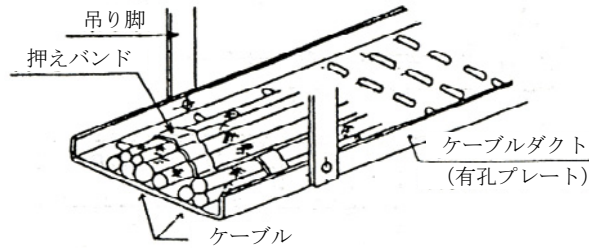


図 2.1.13 ケーブルダクト

(6) ケーブルトランク

軟鋼板を口字形にした全閉構造のもので、ケーブルを支持するのに使う。金属管の代用となる。

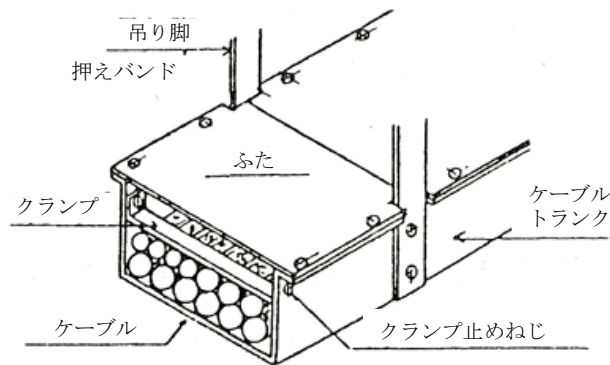


図 2.1.14 ケーブルトランク

(7) 線樋

居住区内などの木壁にケーブルを布設するとき、普通隠蔽工事が行われるが、それができない場合で露出工事となるときは、体裁を考慮して線樋が使われる。

線樋には、木製、軟鋼製、樹脂製などがある。

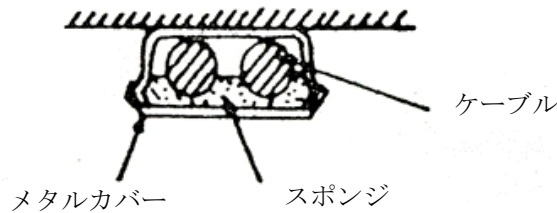


図 2.1.15 線樋

(8) クリート

冷凍室又は冷凍倉内に布設するケーブルは、保温材に埋込んではいけません。またケーブル布設物品の取付けにより、冷却効果を害さないようにしなければなりません。このことを目的としてクリートが使われる。

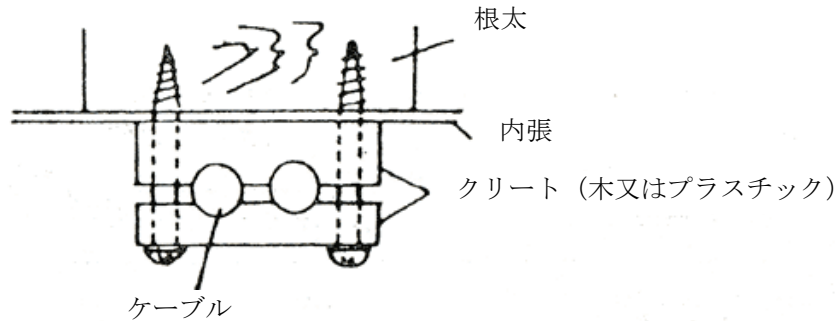


図 2.1.16 クリート

2.1.5 貫通金物

(1) グランド (電線貫通金物)

グランドは、ケーブルが水密甲板や隔壁を貫通する場合、あるいは機器へ導入される場合の防水に使われる。グランドの種類には、機器用及び隔壁・甲板用がある。材質としては、黄銅、鋳鉄、鋼、アルミニウム合金及び硬質ビニルのものなどがある。グランドの詳細は JIS F 8801-02 (船用電線貫通金物・箱用) 及び JIS F 8802-87 (船用隔壁・甲板用電線貫通金物) に規格化されている。

ケーブルとグランドの適合基準については、JEM 1272-99 に規格化されている。表 2.1.6 及び表 2.1.7 に電線とケーブルグランドの適合を示す。

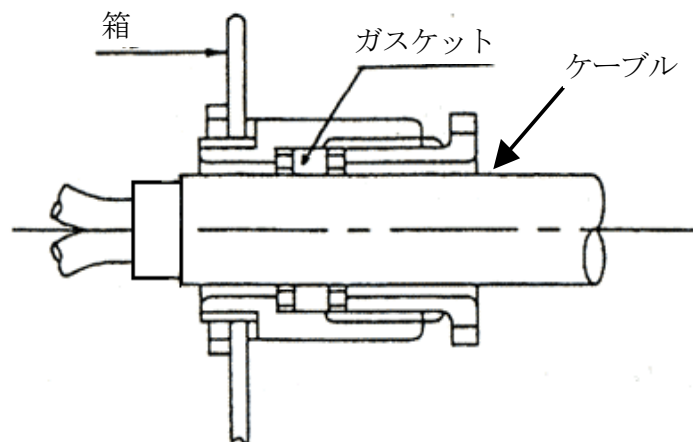


図 2.1.17 グランド (がい装なしケーブルの一例)

表 2.1.6 2心・3心ケーブルとグラウンド適合表

電線種類		0.6/1kV DPY 0.6/1kV FA-DPY		0.6/1kV TPY 0.6/1kV FA-TPY	
		仕上外形 mm	箱用 甲板用	仕上外形 mm	箱用 甲板用
公称 断面積 mm ²	1.5	10.4	15c	11.2	20a
	2.5	11.5	20a	12.2	20b
	4	12.6	20c	13.4	20c
	6	13.9	20c	14.8	25a
	10	15.8	25b	17.0	25b
	16	18.1	25c	19.5	30a
	25	21.7	30b	23.4	30c
	35	24.2	30c	26.1	35a
	50	28.1	35b	30.2	40a
	70	33.3	45a	35.8	45b
	95	37.3	45c	40.1	50a
120	40.9	50a	44.0	55a	

表 2.1.7 多芯ケーブル・電話用ケーブルとグラウンド適合表

電線種類		250V MPY 250V FA-MPY	
		仕上外形 mm	箱用 甲板用
公称 断面積 mm ²	2	8.7	15b
	4	9.9	15c
	7	11.9	20b
	12	15.5	25b
	19	18.3	25c
	27	22.1	30b
	37	24.8	30c
	44	28.0	35b
	77	35.9	45b

電線種類		TTY FA-TTY	
		仕上外形 mm	箱用 甲板用
公称 断面積 mm ²	1	7.9	15a
	1T	8.6	15a
	1Q	9.3	15b
	4	14.2	20c
	7	16.9	25b
	10	21.7	30b
	14	23.5	30c
	19	26.4	35a
	24	31.9	40b
	30	34.0	45a
	37	36.9	45b
	48	42.8	50b

(2) ケーブル貫通箱（コンパウンド非充填）

ケーブルを甲板又は隔壁に貫通させる場合において、切明け穴の大きさが制限されるか、あるいは狭い場所に多数のケーブルを貫通させねばならないとき、甲板又は隔壁の防水を保つために使われる。軟鋼製で側面にケーブル点検手入れ口を設け、貫通金物（隔壁又は箱用）を備え、船体への取付は溶接による。

なお、ケーブルと接触する恐れのある場合は鉛やゴム板等を当てたり、また巻いたりすることでケーブルの保護を行う。

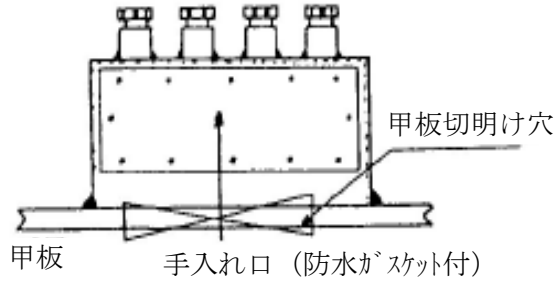


図 2.1.18 ケーブル貫通箱 (コンパウンド非充填)

(3) ケーブル貫通箱 (コンパウンド充填)

前(2)のケーブル貫通箱に代わるものとして、箱内にコンパウンドを充填して防水又は防火を保つために使用される。甲板用には蓋を省略してよいが、この場合、装備場所を考慮して、高さ寸法と充填物をあらかじめ決定のうえ船級協会の承認を得る必要がある。通常ケーブル貫通金物は、甲板用で約200mm、隔壁用で約75mmとされている。

(4) コーミングおよびブッシング

コーミングは、軟鋼板を円形又は楕円形に加工したもので、甲板や隔壁にケーブル貫通させる場合、あるいは機器へケーブルを導入するために使われる。水密や気密が必要な場合にはコンパウンドを充填する。

(5) マルチケーブルトランジット (MCT)

MCTは防水、気密、耐火を必要とする甲板又は隔壁をケーブルが貫通する部分に採用される。しかし、小形鋼船では余り使用されていない。MCTの貫通フレームには3つのサイズ(大型、中型、小形)があり、その種類には標準型及び一端開放型がある。標準型は隔壁などに直接接合される場合に使用され、一端開放型はケーブルが既に布設されている場合に使用される。これらのほかに特殊型貫通フレームも造られている。

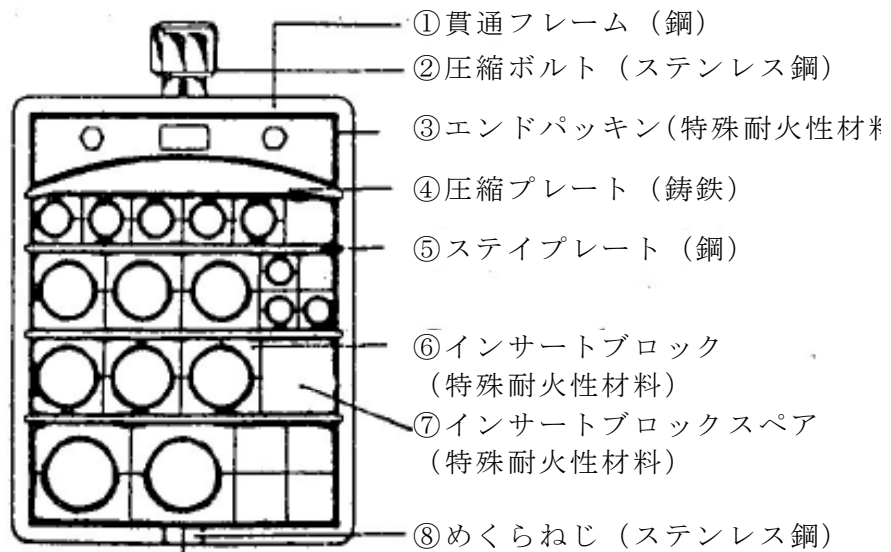


図 2.1.18 マルチケーブルトランジット (MCT)

2.1.6 電線管

(1) 電線管及び付属品

電線管及び同付属品には次のような J I S 規格がある。

表 2.1.8 電線管規格表

電線管	・配管用炭素鋼鋼管（ガス管：一般的に S G P と呼ばれる） ・鋼製電線管 ・硬質塩化ビニル電線管（注 1）	G3452-97 C8305-99 C8430-99
付 属 品 電 線 管	・金属製電線管用の付属品（注 2） ・硬質塩化ビニル電線管用付属品（注 3）	C8330-99 C8432-99

（注 1） 硬質塩化ビニル電線管を使用する場合、装備場所に制約があるので、船級協会の承認を得る必要がある。

（注 2） カップリング、コネクタ、ロックナット、ブッシング等。

（注 3） カップリング、コネクタ、ノーマルベント、ブッシング、キャブ等。

(2) フレキシブルコンジット

フレキシブルコンジットは可とう電線管工事に使用されるもので、代表的な商品名として、プリカチューブ（プリカ P Z 及びプリカ P V）がある。

プリカ P Z は、内層に耐水紙を用いた標準である。また、プリカ P V は、プリカ P Z の外側に更に防湿、防食のための軟質ポリ塩化ビニル（P V C）を被覆したものである。

なお、フレキシブルコンジットについては、J I S C 8309-1999（金属製可とう電線管）で規格化されている。

2.2 ケーブル布設

2.2.1 一般

ケーブルの布設作業は、船内に装備した多数の電気機器が、すべて完全に動作して、おのこの機能を確実に果たすよう、機器相互間に規定のケーブルを布設することであり、電気艤装工事の中で、最も大きな比重を占めている。ケーブル布設作業における規則に関連する一般的な注意事項を下記に列挙する。

- (1) ケーブルは、できる限り人が近寄りやすい場所に直線的に布設する。
- (2) ケーブルは、振動及び衝撃に耐え、かつ、必要以上のたるみを生じないように、適切な金物を用いて適切な間隔で支持・固定する。(表 2.2.1 参照)
- (3) ケーブルを、船体構造物の伸縮する部分に布設することは避ける。これができない時は、伸縮に対して十分な長さのケーブルのたるみを設ける。
- (4) ケーブルを機械的損傷を受ける恐れのある場所に布設する場合には、適当な保護をする。
- (5) 冷蔵庫、電池室及びタンク内部には、特に必要な場合を除き配線してはならない。
- (6) ケーブルを引張る場合、ケーブル導体を直接引張るときは $68.6\text{N}/\text{mm}^2$ ($7\text{Kgf}/\text{mm}^2$)、がい装をグリップで引張るときは $205.8\text{N}/\text{mm}^2$ ($21\text{Kgf}/\text{mm}^2$) 以下の引張力とする。
- (7) がい装なしケーブルを引張る場合、ケーブルに過度の張力を掛けると、外見上は異常がなくとも、電線内部において導体がキンク(変形屈曲)等の不具合を起こしている場合があるので、推奨・規定の許容限度 $68.6\text{N}/\text{mm}^2$ ($7\text{Kgf}/\text{mm}^2$) 内の張力で引張ることを厳守する。また、適切なサイズのケーブルグリップを使用するなど、導体に張力が掛かる方法で引張る。
- (8) ケーブルは、所定の屈曲限度以上に曲げたり、ねじったりしない。
- (9) ケーブルは原則として、高温管(蒸気管、排気管など)保温外被から 200mm 以上離す
- (10) 回路の給電線(航海灯制御盤、舵取機用電動機)を必要とする時は、互いにできる限り離れた場所に布設する。
- (11) ケーブルは原則として、防熱材の中を布設しない。
- (12) ケーブルの積重ねは、原則として 2 層までとし、積重ね高さは 50mm 以下とする。
- (13) がい装なしケーブルを布設する場合、がい装なしケーブルは外被材料が柔らかく強度も弱いので損傷を受ける可能性が高いため、「ドラムからの電線の引き出しは慎重に」、「布設時電路部材等のエッジ部でこすり傷をつけないよう注意する」、「電線バンドの締付が過剰とにならない」など配慮が必要である。
- (14) がい装なしケーブルの場合、布設後の他の工事による損傷(溶接工事の火花など)に対する保護をする。

表 2.2.1 ケーブルの支持及び固定間隔

船舶 設備規程 (第 256 条の 第 3 項)	ケーブルの外径 (mm)	支持間隔 (mm)		固定間隔 (mm)
		がい装無し	がい装有り	
	13 以下	250	300	同左
	13 を超え 20 以下	300	350	
	20 を超え 30 以下	350	400	
	30 を超える	400	450	
NK 鋼船規則 (H編 2.9.14)	暴露区画以外に布設されるケーブルであって、ハンガ等の上に水平に布設されるもの	400 以下		900 以下
	暴露区域に布設されるケーブル及び水平以外で布設されるもの	400 以下		400 以下

2.2.2 ケーブルの仕分け及び積込み

切断したケーブルは船内に積込む前に、決められた場所に手際よく積込めるように、表及び図で示すような積込み甲板の色別に仕分けしておく。また、ケーブルの仕分け及び積込み作業の時には、下記事項に注意する。

表 2.2.2 積込み甲板色別例

甲板名称	甲板符号	色別	
コンパス甲板	C	黒	
航海船橋甲板	N	白	
A甲板	B	赤	
B甲板	T	青	
船尾楼甲板	P	緑	
上甲板	U	茶	
暴露上甲板	F	黄	
操舵機室	S	紫(黒)	
機 関 室	ケーシング	E	橙(白)
	第二甲板	X	灰(赤)
	発電機甲板	Y	水色(青)
	床板甲板	L	銀(緑)

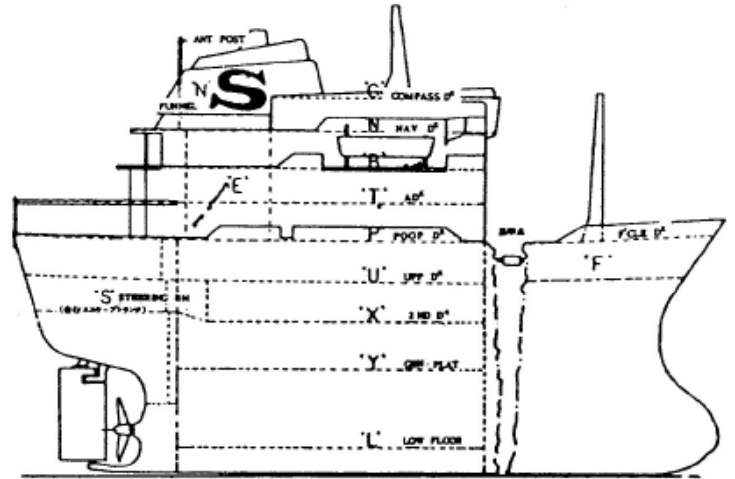


図 2.2.1 甲板符号識別例

(注) 紫、橙、灰色等の色別テープがない時は () 内のように居住区画で使用した色別テープを機関室区画で使用してもよい。

- (1) ケーブルの積込み時は、ナイロンスリングなどケーブルが損傷しない材質のもので吊る。
- (2) ケーブルの積込み場所は、他の作業に支障をきたさない場所とする。通路上には、絶対に放置しない。
- (3) 暴露部に置く場合は、ケーブルが雨ざらしにならないように、適当なカバーをしておく。
- (4) 船内での保管は、図 2.2.2 のようにする。
 - (a) ワッパ積み

布設順序を考慮して積重ねるか、積重ねた順序をボール紙などに記入しておく、布設したケーブルはチェックしておく。

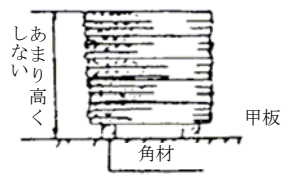


図 2.2.2 船内でのケーブルの保管

(b) ドラム積み

長尺ケーブル又は布設順序にドラム巻きしたものに採用する。ドラムは倒しておきか歯止めをしておく。

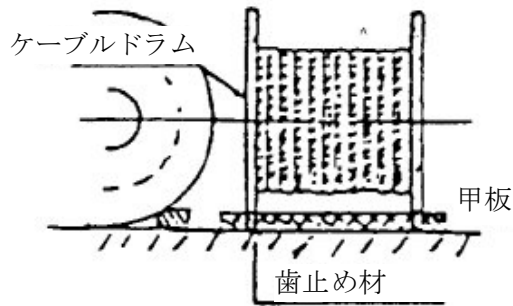


図 2.2.3 船内でのケーブルの保管

(c) 吊り下げ

ラベルは、一方向に集め、ケーブルの選び出しを容易にしておく。吊り下げロープは簡単にはずせるよう釣針式の引掛け金具を付けておく。

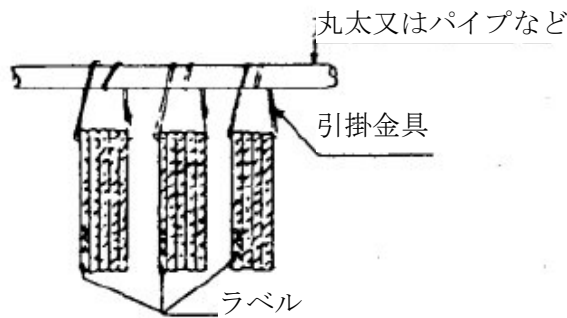


図 2.2.4 船内でのケーブルの保管

2.2.3 ケーブル布設要領

(1) 布設順序

ケーブル布設の順序は、船の大きさ、船の種類及び工作法により異なるが、一般的には、下記のような順序で行う。

(a) 区画別

機関室（コントロールルームの下部から）→居住区（上甲板から）→暴露甲板

(b) 電路別

主電路→枝電路

(c) 線種別

長尺のもの、太いもの→短尺のもの、細いもの

(d) 装置別

大型機器群（主配電盤、集合起動器盤など）→小形機器

(2) 布設作業要領

実際の作業における要領を下記に列挙する。

(a) 布設場所の整備状況の確認

足場や照明の整備状況の確認、及びガス、溶接、歪とり、塗装など他職種の作業状況を確認する。

(b) ケーブル貫通部の確認

多数のケーブルが貫通し、ケーブルの布設時の要所となる部分には図 2.2.3 のような、貫通するケーブルを記入した図面を揚げておき、ケーブルの布設ごとに本図でチェックする。

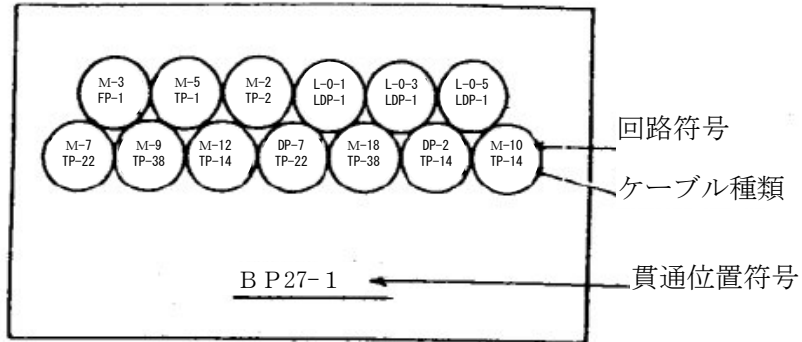


図 2.2.5 貫通部ケーブル配置図 (例)

(c) ケーブルの引き出し

ケーブルをドラムから引き出すときは、ドラム回しなどを使用して大きな張力を加えることなく、ケーブルから引出せる方法を採用する。また、ワッパにしたケーブルを解く場合は、後でケーブルを布設したとき、ケーブルがよじれないよう、8の字に解いて伸ばすこと。

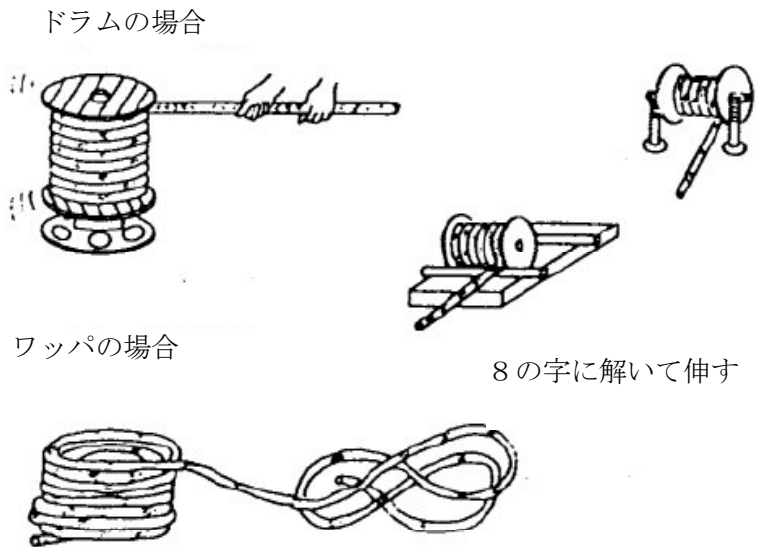


図 2.2.6 ケーブルの引出し

(d) ケーブル行先確認

ケーブルラベルをチェックし、配線図、配線表、系統図などによりその行先を確認する。

線種	回路番号	DK名	行き先名称
T-35	A-003	U X	NO.1 GSP MSB

図 2.2.7 ケーブルラベル

(e) 基準点の確認

基準点マークのある長尺ケーブルは、その区画の基準点（甲板又は隔壁などの貫通部に設ける）に合わせた後、その両端のケーブルを布設する。

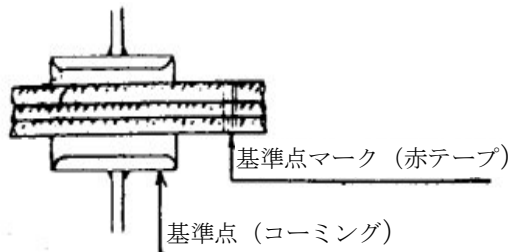


図 2.2.8 基準点マーク

(f) 電路の分岐

- ① 主電路の場合、途中より分岐するケーブルはできる限り電路の上側から分岐し、主電路のランナバーに触れないようにする。
- ② ケーブルはできる限り交差を避ける。やむを得ず交差する場合は、人目に触れにくい場所で行う。
- ③ ケーブル布設後は、速やかに、その布設区域に適用した防水、防火及び防鼠工事を行う。

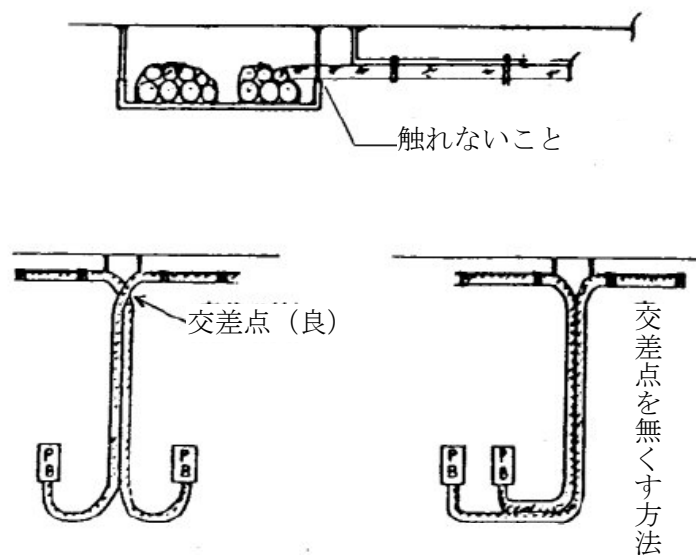


図 2.2.9 電路の分岐

2.2.4 ケーブルの貫通

(1) 一般的な貫通要領

防水、防火を要求されない場所でケーブルの保護のみを考慮したケーブルの貫通方法は、鋼材の鋭利な角にケーブルを接触させないことが絶対条件であり、その具体例を次に示す。また、がい装なしケーブルの場合、布設時に鋼材の鋭利な角にケーブルを接触させ、外被を損傷させないように注意する。

(a) 鋼壁、ウェブ、ガーダなどの貫通

ケーブルを船体構造に接触させないようにするか、接触する恐れのある箇所には図のようにゴム製コーミング又は鉛板でケーブルを保護する。

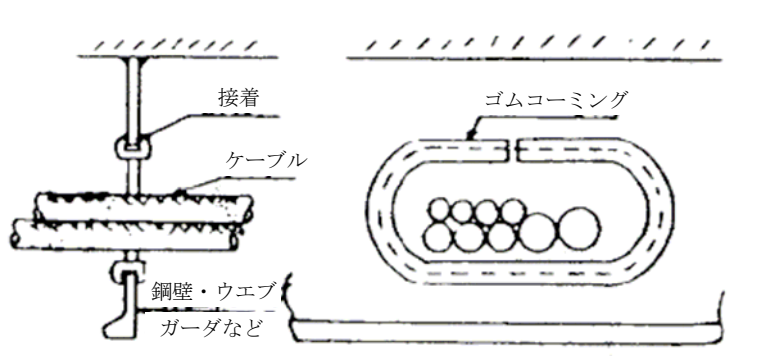


図 2.2.10 ゴム製コーミングの使用例

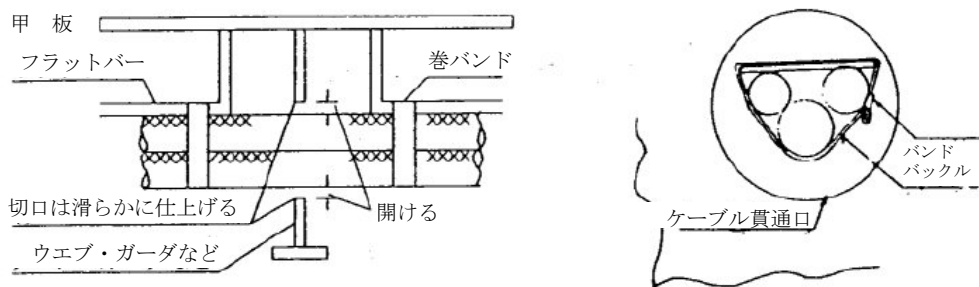


図 2.2.11 貫通孔のみの例（ケーブルに対し十分な余裕がある穴をあける）

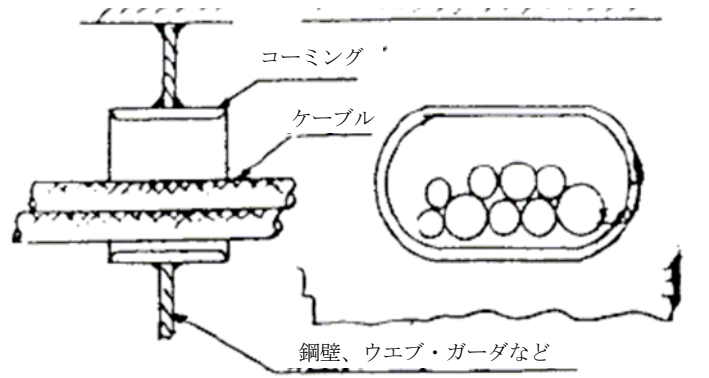


図 2.2.12 貫通コーミング使用

(b) 甲板の貫通

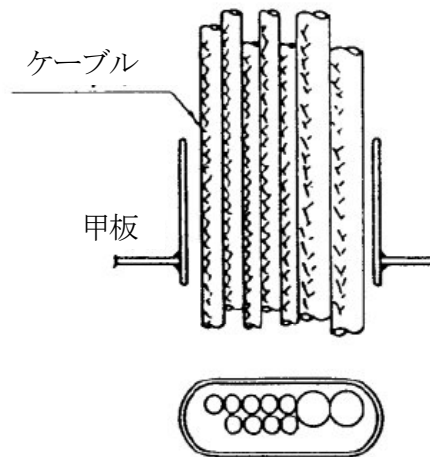
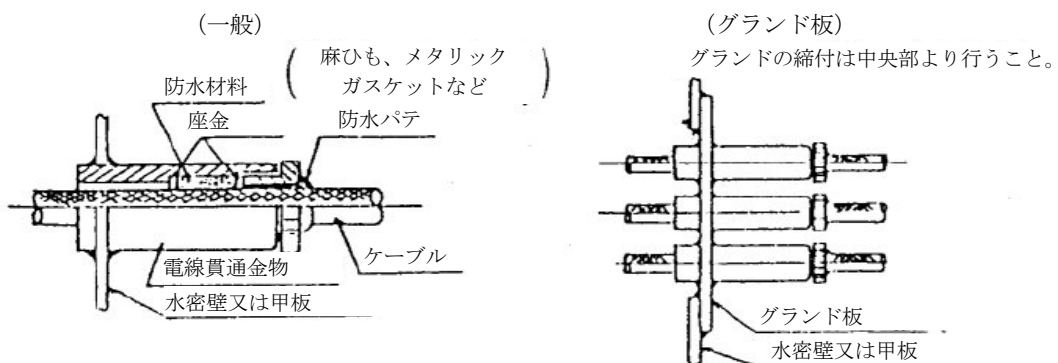


図 2.2.13 コーミングの使用例(2)

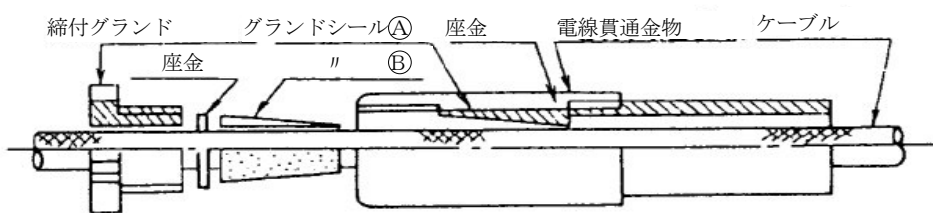
(2) 防水貫通要領

(a) 電線貫通金物 (グラント)

グラントは、そのケーブルに適合したものを使用し、ナットの締付は、グラント回し又はウォータプライヤなどで確実にを行う。グラント板の場合は、中央部から先に締付作業を行う。



(グラントシール使用)



グラントシールは
 ①、②共電線貫通
 金物に適合したも
 のを使用すること。

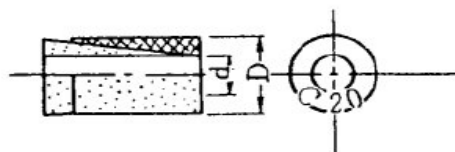


図 2.2.14 グラントを用いた貫通

(b) ケーブル貫通箱 (コンパウンド充填)

ケーブル貫通箱内に空隙が生じないようにコンパウンドを充填する。

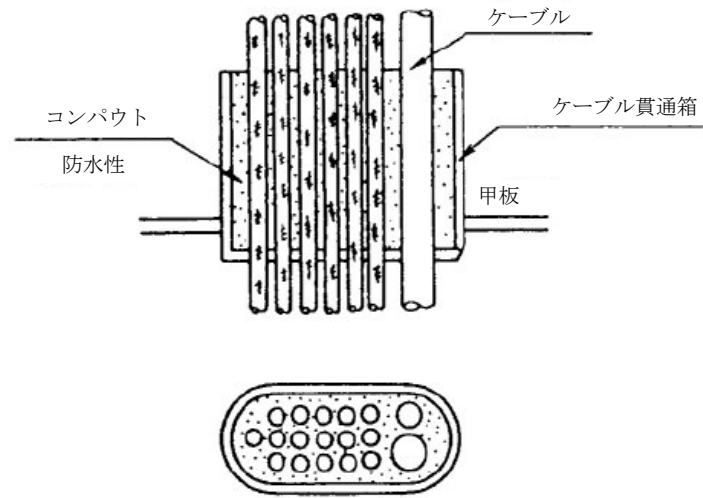
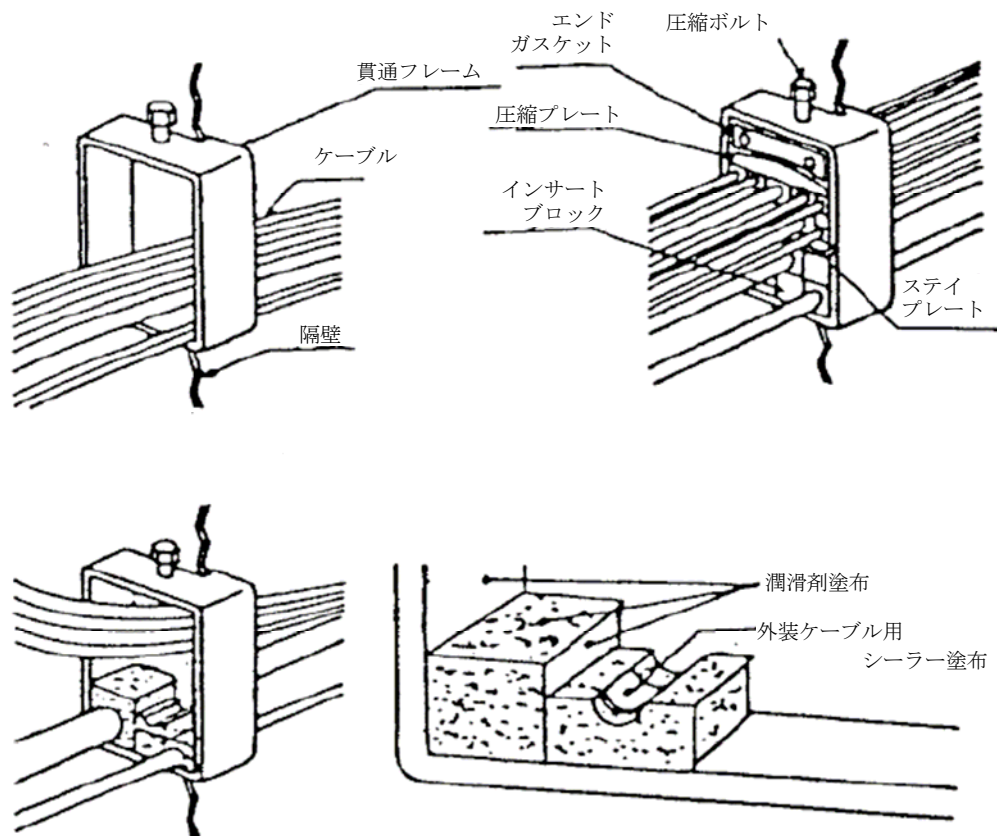


図 2. 2. 15 ケーブル貫通箱 (コンパウンド充填)

(c) MCT (マルチケーブルトランジット)

MCTを防水構造部に使用する場合、防水効果は作業方法に大きく左右されるので、下記事項に注意して作業を行う。

- ① MCTの前後では、ケーブルを直線状にしておく。
- ② ケーブルに適合したインサートブロックを使用する。
- ③ がい装ケーブルの場合、防水性を確実にするため、インサートブロック内面にシーラを塗布する。
- ④ インサートブロックの外面に潤滑油を塗布し、作業性を良くする。
- ⑤ ケーブルが貫通しない余分なスペースは、穴なしのインサートブロックを使用する。
- ⑥ 適当な間隔でステイプレートを使用し、インサートブロックを平らにする。
- ⑦ インサートブロックの前後面を平らにする。



(注) インサートブロックは、実測により下記の基準に基づいて選定する。



インサート ブロック	間隔 (x) (mm)
20, 30	0.3~1.2
40, 60	0.4~2.3
90, 120	0.8~5.7

図 2.2.16 MCTの使用例

(3) 防火貫通要領

防火貫通については、要求される防火構造のグレード（A級、B級等）により貫通金物の長さ及び充填材（不燃性コンパウンド、又はNKで承認された「A」級防火仕切り電線貫通部に使用されているコンパウンド）の材質を選定する。特にA級の防火構造を貫通する場合は、船級によってその要求が異なるので、ここでは一般的な防火貫通の例を示す。

(a) A級仕切りの場合

単位：mm

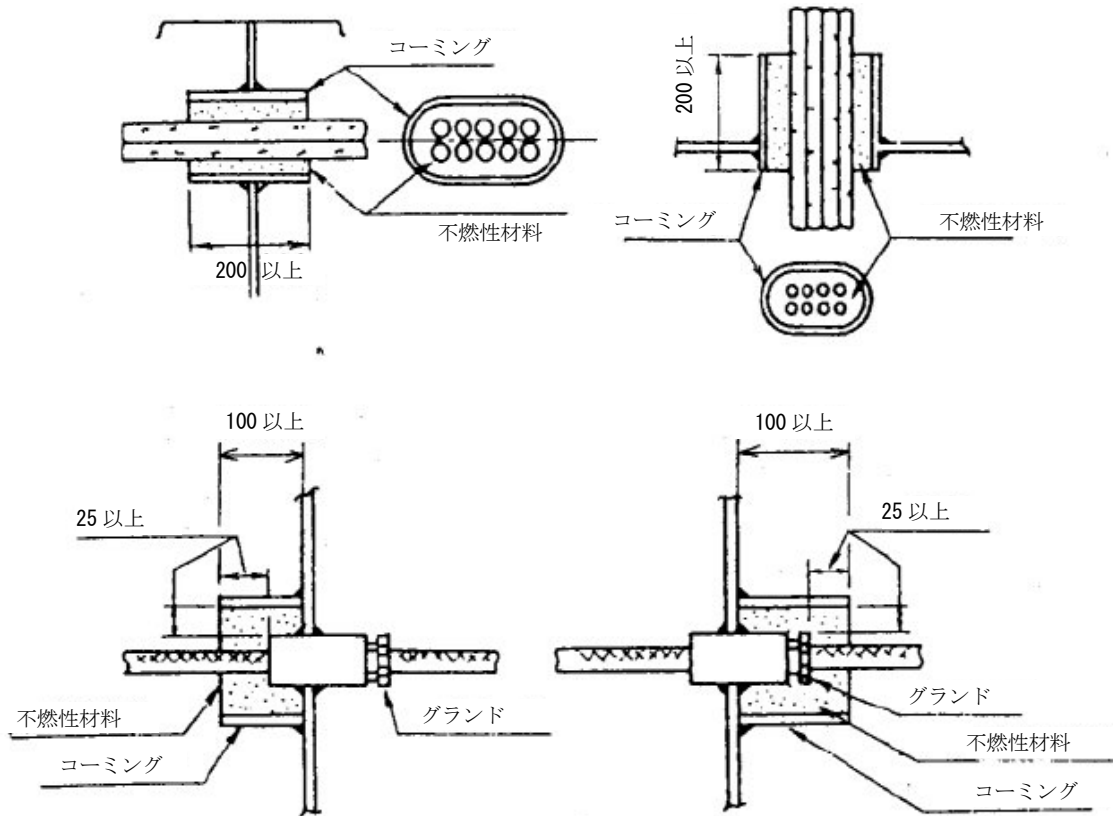


図 2.2.17 A級仕切りの方法

(b) B級仕切りの場合

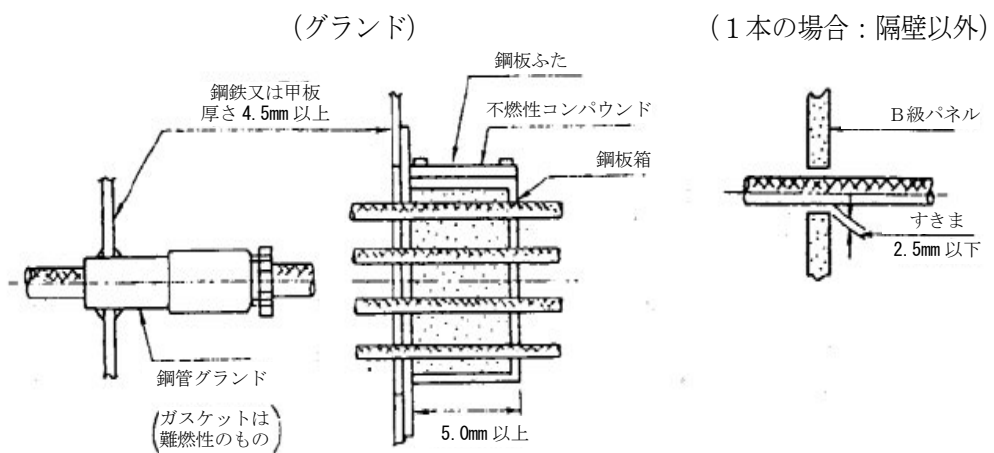


図 2.2.18 B級仕切りの方法(1)

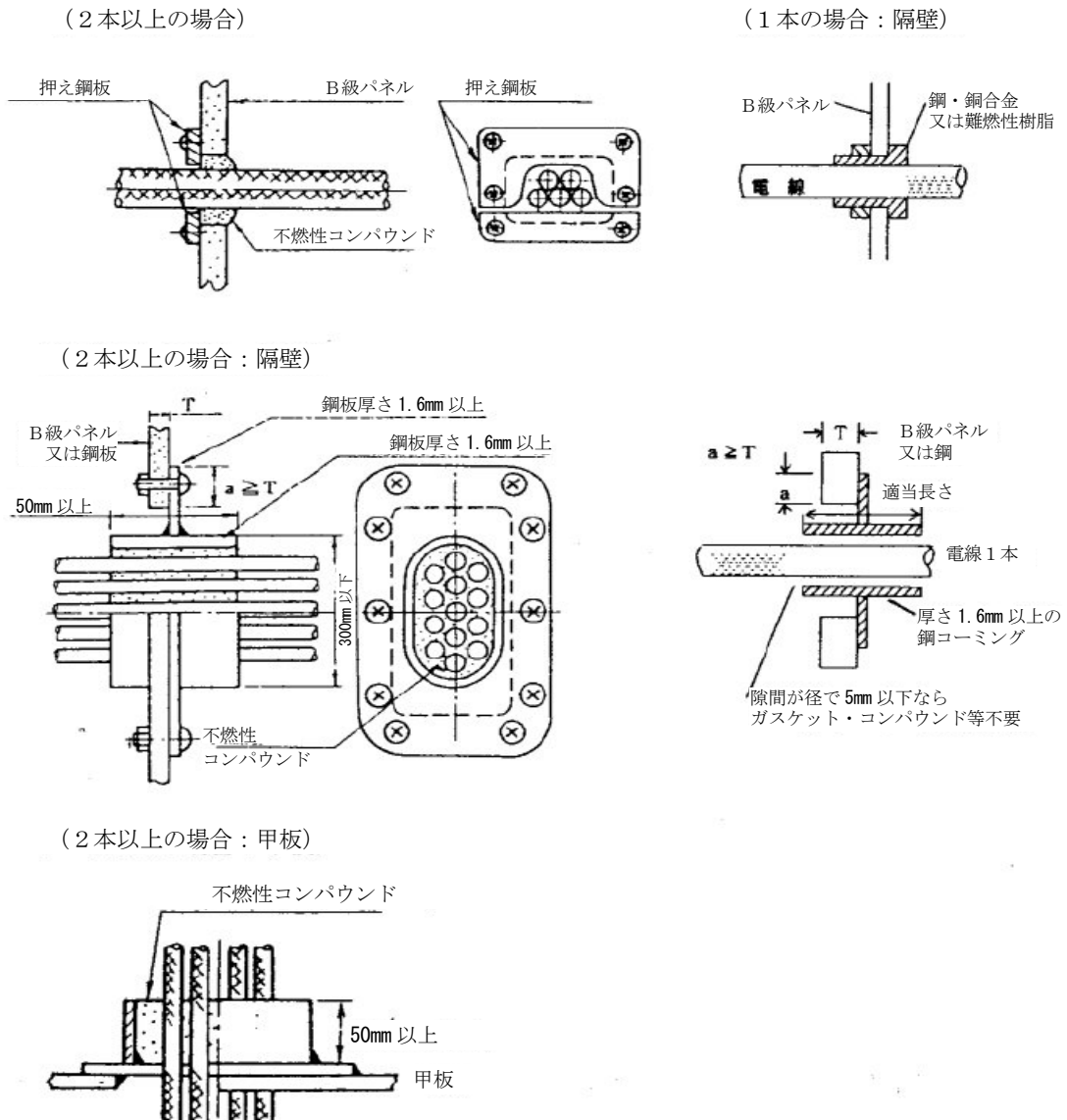


図 2.2.18 B級仕切りの方法(2)

(4) 防水、防火貫通要領

ケーブルを防水、防火貫通構造部に貫通される場合の一般的な例について次に示す。

(a) 防水兼A級防火構造部

① グランド

図 2.2.17 のようにグラウンドの回りにコーミングを取付け、不燃性コンパウンドを充填する。

② コーミング

図 2.2.17 において、防水性のある不燃性材料を使用する。

なお、最近では、A級に承認されている不燃性コンパウンドは、防水性もあるものとして認められている。

③ MCT

図 2.2.18 をそのまま使用しても良い。

2.2.5 ケーブルの湾曲

- (1) ケーブルのわん曲については、船舶設備規定（第 251 条）及びNK船級規則（H編 2.9.10）で、それぞれの規定があるので、作業に当たってはその値以上とする。配線された状態は勿論、配線作業時にも規定された値以上でなければならない。すなわち、規定値以上で曲げたりすると、ケーブル構成材料の特性の低下や絶縁破壊の原因となるからである。

表 2.2.2 ケーブルのわん曲（倍数）

ケーブルの種類	船舶設備規定	NK鋼船規則	
がい装のないゴム 又はビニル絶縁	/	外径 25mm 以下	4
		外径 25mm 超過	6
がい装のあるゴム又はビニル絶縁		6	
無機絶縁		6	
がい装鉛被	8	-	
その他	6	-	

- (2) 船体伸縮部におけるケーブルのたるみ部分の曲げ半径は、最大ケーブルの外径の 12 倍以上とする。
- (3) ケーブルを曲げて布設する場合は、バンドに大きな力がかからないように、ケーブルとバンドは図 2.2.16 に示すように直角とする。

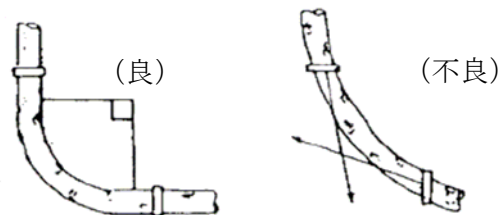


図 2.2.19 ケーブル曲げ部のバンド取付け例

2.2.6 ケーブルの固定方法

- (1) 押えバンド方式

図 2.2.20 のように黄銅製のテープ上のものを所要長に切断し、ケーブル布設状態に合わせて型打ち、止めねじ穴の穴明け加工した物をねじで固定する。この方式は型打ち加工工数が多いため、最近では特殊な場合を除き使用されていない。

なお、がい装なしケーブルの場合には、ゴムシートを巻くなどしてケーブルを保護する必要がある。

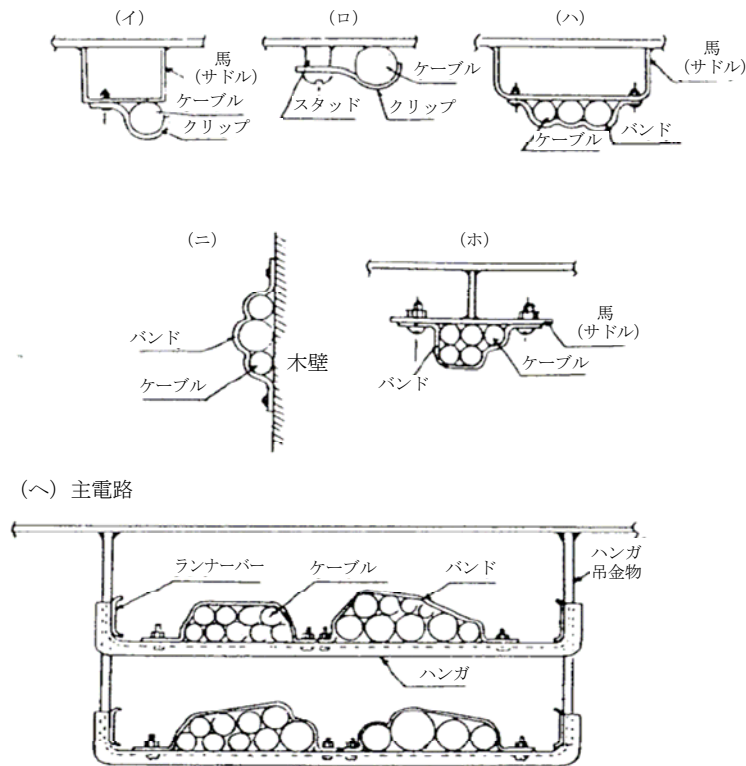


図 2.2.18 押えバンドによるケーブル固定例

(2) 巻きバンド方式

巻きバンド方式は、軟鋼又はステンレス製のテープ状のものをケーブル群に巻付け、バンドバックルと工具により締付けケーブルを固定する方法で、最近はほとんど、この方法で行われている。巻きバンド及びバンドバックルの使用要領は次のとおり。

- (a) 暴露甲板、調理室、浴室、洗面所、便所、蓄電池室、冷蔵室など湿気の多い場所ではステンレス製のものを使用する。
- (b) バンドバックルの位置は、ケーブルの上にあるのが望ましいが、工具使用の余裕がない時は、ハンガ下面の端に近いところとする。
- (c) バックルを垂直又は斜面に使用する場合は、バックル底部のバンド折り返しの向きは、図 2.2.21 のようにすると良い。

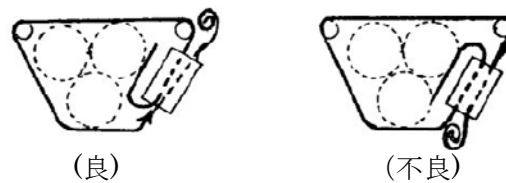
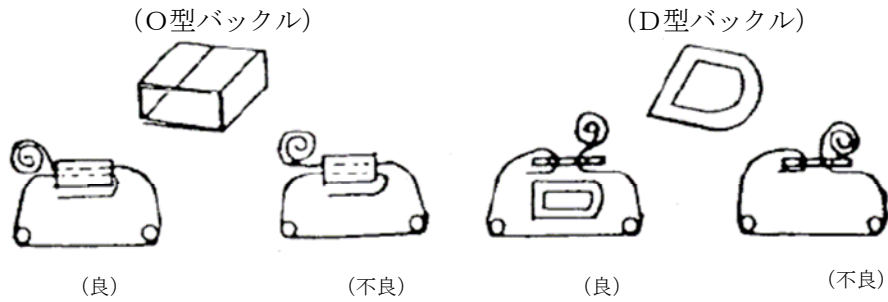


図 2.2.21 巻きバンドのバックルへの挿入方法

- (d) バンドバックルの位置はできる限りそろえて、不体裁とならないように注意。
- (e) 人が触れる恐れのあるところでは、巻きバンドの最終端末から約 10mm の部分で折り返しを行ってからバックルのつめを押える。



注：(不良) のような、バンド末端の巻込みを行うと緩みやすい。

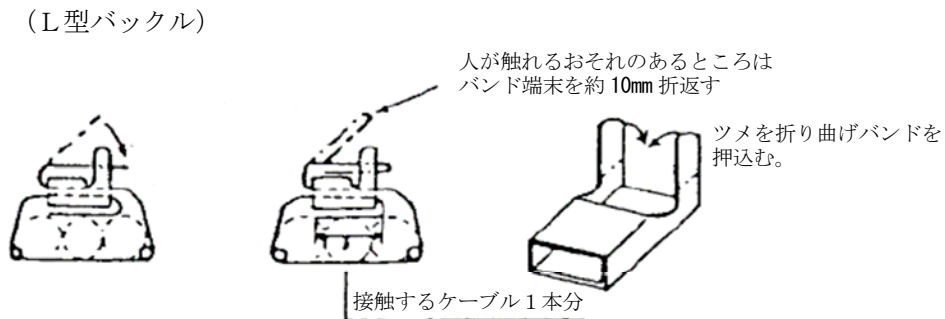


図 2. 2. 22 巻きバンドの巻止め法の例

(f) バンド締付により、ケーブルを傷つけないよう、必要以上に締付けない。なお、がい装なしケーブルの場合は、ケーブルの外面に適当な保護材を巻く、塩化ビニル付きバンドを使用するなどし、ケーブルを保護する。

(3) コンジットパイプによる方式

ケーブルが機械的損傷を受ける恐れがある場所での固定法に適しており、パイプの線端には、必ずケーブル保護用ブッシングを施す。

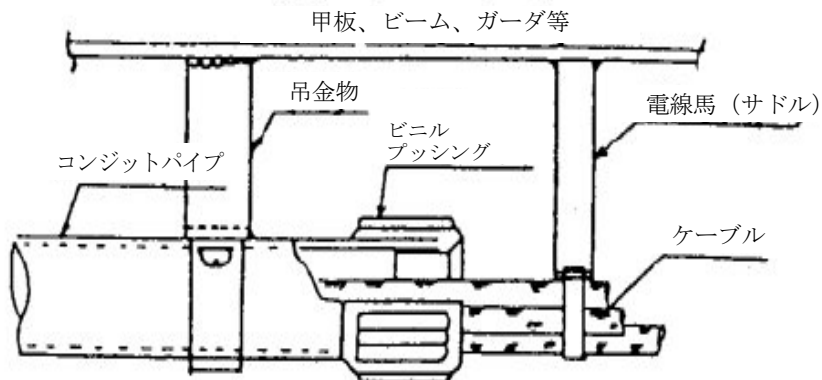


図 2. 2. 23 コンジットパイプによるケーブル固定例

(4) フレキシブルコンジットによる方式

この方式は、コンジットパイプ方式に準ずるもので、しかもフレキシブルであるため作業が簡単であり、床下や機器周辺の配線工事に使用される。

(5) ケーブルカバーによる方式

この方式は、居住区の木壁に機器を取付けるなど美観を考慮した場合のケーブル固定法の一つである。カバーの材質はプラスチックが多く使われているが、特に高級化を要求される場合は、壁と同一材料で行う。

(6) 非金属製バンドによる方式

NK鋼船規則では、非金属製のバンドを使用することが認められている。ただし、材質は難燃性であり、かつ、材料の名称、寸法、特性及び使用方法などに関する資料を提出し、NKの承認を得る必要がある。また、非金属製バンドで固定したケーブルは、支持物の上に水平に布設した場合を除き、火災によるケーブルのたるみに対し、1~2mごとに補強用として金属製バンドを使用する必要がある。

(7) 木製クリートによる方式

冷蔵庫、魚屠、冷凍庫などに布設するケーブルは、天井、側壁の表面から離して布設するので、ケーブルの固定は木製クリートで行う必要がある。

2.2.7 ケーブルの固定間隔など

(1) ケーブルの固定間隔

ケーブルの固定間隔は、表 を標準とするが、特に船主、船級協会などにより指示がある場合を除き、一般には、ケーブルの太さによって固定間隔を変えることはせず約 300mm に統一する。また、水平の主電路においては、図 2.2.24 のように固定を支持金物（ハンガ）1つおきにして良い。

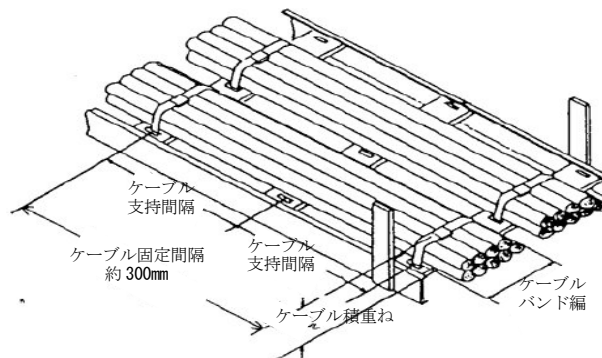


図 2.2.24 ケーブルの固定間隔とバンド幅の例

(2) ケーブルの積み重ね

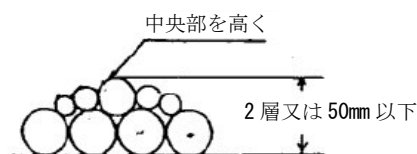


図 2. 2. 25 ケーブルの積み重ね

- (a) ケーブルの積み重ねは、原則として2層までとし、積み重ね高さは50mm以下とする。
- (b) ケーブルを積み重ねるときは、原則として太いものを下積みとする。
- (c) ケーブルは、ハンガの上面に積むのを原則とする。
- (d) ハンガ上のケーブルは、中央部が高くなるように積む。
- (e) がい装ケーブルの場合、調理室、洗面所、浴室、便所など湿気の多い区画では、ケーブルの積み重ねはしない。
- (f) がい装なしケーブルを積み重ねて布設するときは、摩擦によるシースの損傷に注意する。

(3) バンド幅

バンド幅は、なるべく小さくしたほうがケーブルを固定するにはより良いが、作業の合理性を考え、最大200mm位を標準とする。

2. 2. 8 ケーブルの保護

(1) 防熱

- (a) ケーブルは、蒸気管、排気管などの防熱材表面から200mm以上離して布設する。
- (b) 高温となる場所又は熱気が集積する場所の電路には、耐熱性材料による熱よけ又は冷却通風など有効な防熱処理を施す。
- (c) 貫通部において電線貫通金物が蒸気又は排気管の貫通によって極端に過熱される場合もあるので注意する。

(2) 防滴

蒸気管、水管、油管などの継手又は弁類の近くに布設された電路には、要すれば適当な構造物を設け、滴下する水分、油分に対する保護を行う。

(3) 外傷保護

- (a) 機関室の床下や機械の周囲など損傷を受けやすいと考えられる場所にケーブルを布設する場合、金属管、フレキシブルコンジットなどにより保護する。
- (b) 甲板上にケーブルを布設する場合は、金属管又は金属覆で保護する。
- (c) ハッチ、出入口、梯子裏、通路に面したところの立上り電路、甲板貫通部の電路、倉庫、糧食庫など貯蔵物の移動などで機械的な損傷を受ける恐れのある場所の電路には、適当な保護をする。
- (d) がい装なしケーブルの場合、機械室など機械的損傷を受けやすい場所の電路に、適当な保護を追加する場合は、図 2. 2. 24 のように金属板などの保護板を設ける。

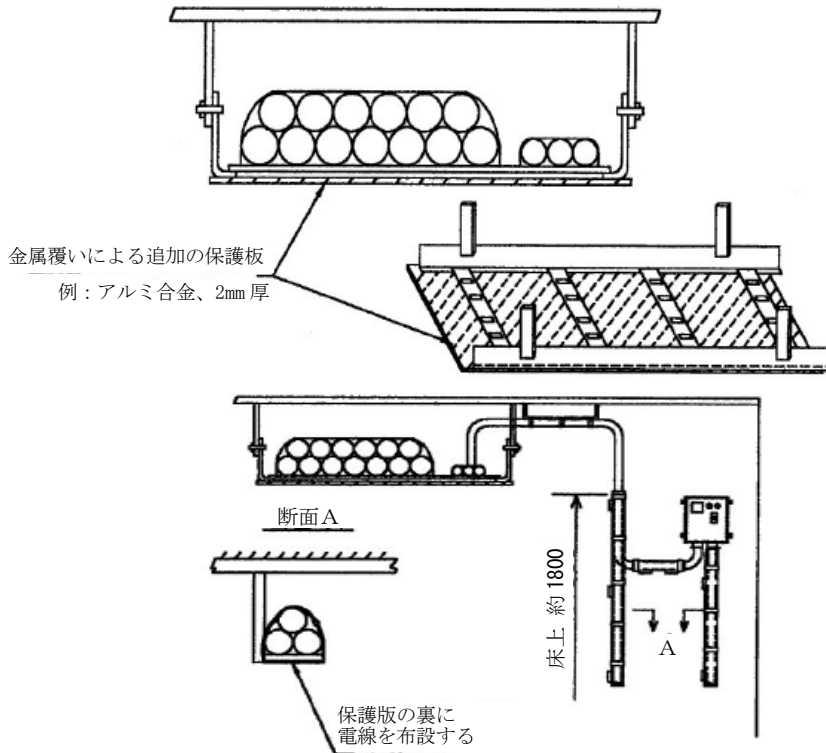


図 2. 2. 24 保護覆いを追加する例

2.3 電線管の布設

機械的損傷を受ける恐れのある場所にケーブルを布設するときには、適当な鋼板覆、鋼管などでケーブルを保護しなければならない。電線管は、甲板上、床下などにおいて機械的損傷からケーブルを保護するために使用されるが、また、一方では一般電路金物によるケーブルの布設が困難な場所において、一般電路金物の代用としても使用される。

2.3.1 電線管布設上の注意

電線管の布設工事に際して、次のことに注意する。

- (1) 水平に配置する電線管には、適当な箇所に排水穴を設ける。ただし、居住区などの乾燥した区画に布設する電線管には必要ない。
- (2) 電線管は、接合部を機械的及び電氣的に連続させ、かつ、有効に接地しなければならない。
- (3) 電線管及びダクトの内側曲げ半径は、ケーブル曲げ半径より大きくする。
- (4) 本質安全回路用ケーブルは、単独で電線管に入れる。
- (5) 電線管の端は、ケーブル被覆を損傷しないようにするか、あるいはこれにブッシングを取付けなければならない。また、がい装なしケーブルの場合は、外被材料（シーシース）が柔らかく損傷を受ける可能性が高いので、特に注意が必要である。
- (6) 電線管が長くて伸縮部を設けないと破損の恐れがある場合は、適当な伸縮接手を設けなければならない。
- (7) 暴露甲板上に布設する電線管は、内外面とも亜鉛メッキされたものか、又はこ

れと同等の有効な防食を施されたものであること。

- (8) 垂直部に電線管を使用してケーブルを布設する場合は、電線管の長さは6m以下とし、ケーブルの布設距離が6mを超える場合には、約6m毎にケーブルの保持ができるように、適当な電路金物を設ける。また、6m以上の連続した電線管でケーブルを布設する場合には、管内に砂（川砂）を充填するか、あるいは電線管の途中に6m以内の間隔で設けた支持箱でケーブルを固縛する。
- (9) フォアピークタンク内に装備された機器及び危険場所（貨物油ポンプ室、コファダム及び貨物油タンクに隣接するバラスタタンクなど）に装備を許された機器に導入するケーブルの電線管の材質、寸法は、それぞれの船級規則に規定されているので、それに従うこと。
- (10) がい装なしケーブルを電線管に布設する場合、電線相互及び電線管との摩擦によるシースの擦過損傷を防止するため、潤滑材等を使用するなどの注意する。

2.3.2 電線管の布設要領

電線管の布設要領例を次に図示する。いずれの場合も、電線管及びフレキシブルコンジットの両端は、ケーブルの損傷を防ぐため、ブッシングを取付けるなど適当な処置をする。なお、曲部の半径が大きいときは、フレキシブルコンジットを使用しなくても良い。

単位：mm

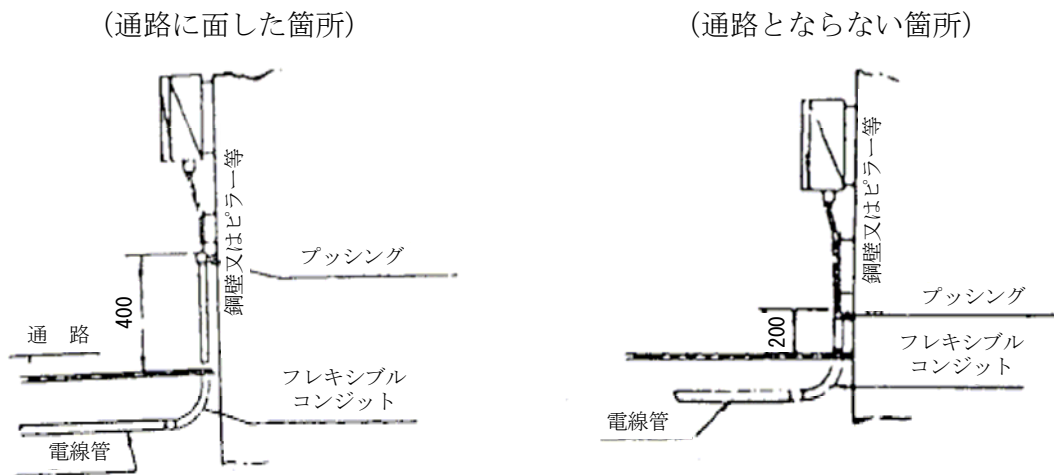


図 2.3.1 電線管の取付け例

2.4 マスト、ポストのケーブル布設

2.4.1 電路布設位置

マスト、ポストの電路布設位置は原則としてマスト、ポストの背面とし、昇降時の妨げにならない範囲で極力梯子の近くとする。マスト、ポストの付属品（ステップ、ハンドグリップなど）と電路の間隔に注意する。電路がステップの下側を横切って布設される場合、ステップを登る際に足が電路に当たることのないよう、また、電路が邪魔でステップを手で握れなかったりしないようにする。図 2.4.1 参照

2.4.2 マスト、ポスト等の電線保護

マスト、ポスト等で他動的損傷を受け易い場所に電線を布設する場合は、保護板などを用い外力による電線の損傷を防止する。図 2.4.2 参照

単位：mm

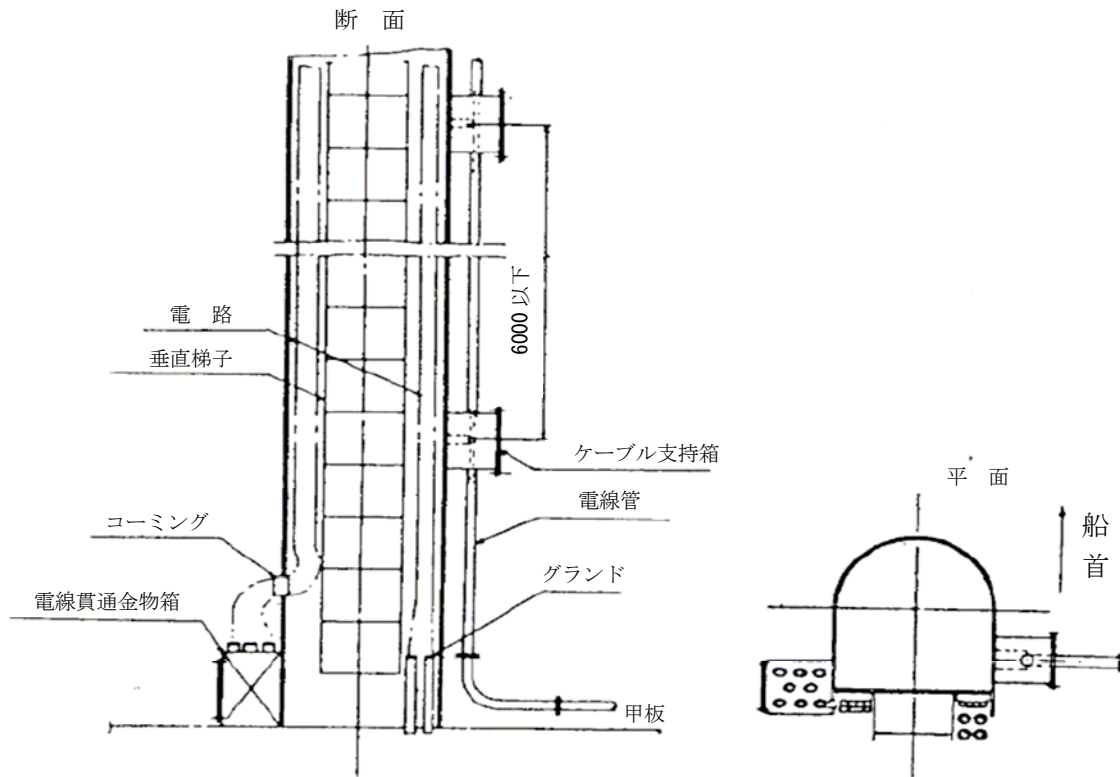


図 2.4.1 マスト、ポストの電路布設例(1)

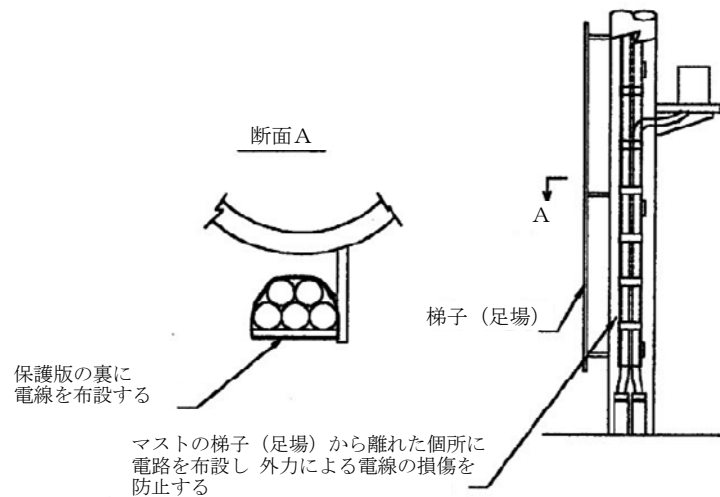


図 2.4.2 マスト、ポストの電路布設例(2)

2.5 電線末端処理

2.5.1 一般

末端処理の方法は、機器の導入口の種別により処理寸法を決定し、ケーブル端のシース、介在物などを除去し、心線を分離して、色別、心線番号、記号等により心線区別を明確にし、導体先端に端子をつける。シールド編組を持つケーブルの場合は、シールド線を引き出して絶縁被覆を施しその先端に端子を取り付ける。これらの処理には、ナイフ、ハグラ、ニッパなどを使用するが、絶縁物に切り込みを入れないように注意深く工事を行う。特殊ケーブルを除き一般に直角に段むきを行う。

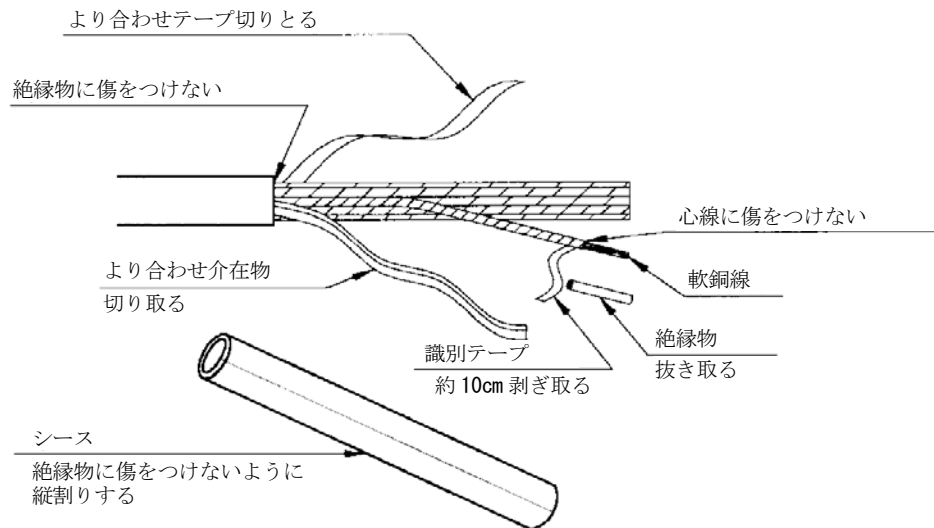


図 2.5.1 一般的な線端処理の例

2.5.2 動力用ケーブル

動力ケーブル用の線端処理はケーブルの導入口から端子に至るまでの距離を十分に測定し、各機器ごとにケーブル導体に無理が加わらないよう、また、作業が容易なように線端さばき長さを決める。

配電盤内導入ケーブルの場合は、盤内導入経路を考慮し、シース部の長さを決定する。絶縁体が導電部又は接地金属部に触れるおそれのある場合は、全長にわたりビニルチューブに入れるか、又は粘着ビニルテープ（色別）で半重ね1回巻きを行い、終端部は2～3回重ね巻きする。

動力ケーブルの端子処理に関しては、あじろがい装ケーブルと同様の処理となる。

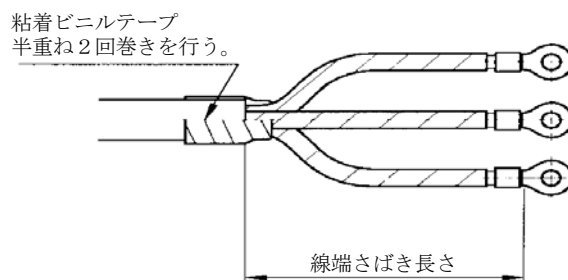


図 2.5.2 動力ケーブルの線端処理

2.5.3 照明用ケーブル

照明灯及び電路器具などの場合、狭い箱体内での結線作業が容易なように、また、熱による絶縁劣化のため線端処理の修理変更を考え、かつ、箱体に納まるよう余裕のある長さを取るようにする。

先端部に圧着端子を付けるか、又は小型端子にそのまま裸締めし、絶縁物の端部には粘着ビニルテープを巻くが、EPケーブルの場合はこれを省略してもよい。

なお、照明用ケーブルのみ作業の効率化を考慮してスプリング式コネクタを使用してもよい。

2.5.4 通信用ケーブル

通信用ケーブルは、照明用ケーブルの場合と同様、圧着端子を付けるか、又は小型端子にそのまま裸締めする。多心線は、他のケーブルと共にビニルダクトに導入するか、ビニル紐、ビニルバンドで要所々々を固縛する。

端子部の導体が振動などで断線しないように、絶縁被覆付圧着端子を使用し、ケーブル絶縁体と共に圧着することが安全であるが、結線チェックを容易にするため丸型端子の代わりに先開形端子を使用してもよい。

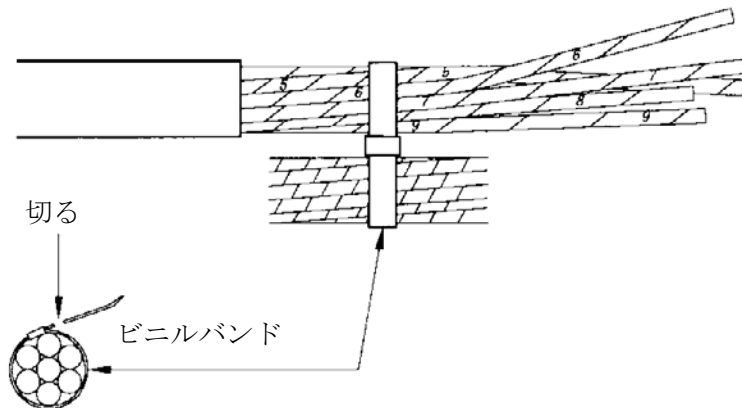


図 2.5.3 通信ケーブルの固縛

2.5.5 ケーブルの導入

(1) 一般

電機機器のケーブル導入部の位置と構造は、機器の種類、用途、装備場所、導入ケーブル種類、本数、機器とケーブルの関係位置などに応じて、それぞれ適当なものを採用する。

また、ケーブルの引き抜けを防ぐため適切な固縛方法を考慮するとともに、人が誤って充電部に触れることがないようにすることが必要である。更に、外観や作業性を良くすることなどについても留意しなければならない。

(2) 導入部構造と導入処理要領

(a) 防水導入の場合

① 電線貫通金物

電線貫通金物によるケーブルの導入処理要領の例を図 2.5.4 に、グラウンド防水処理法を図 2.5.5 に示す。

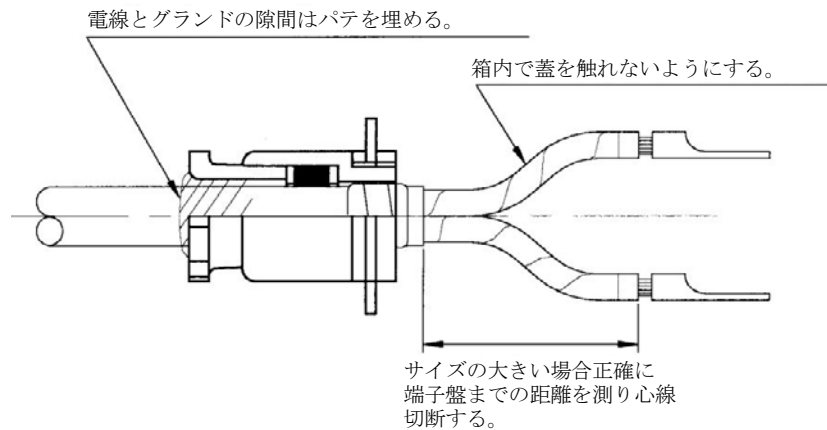


図 2.5.4 グラウンド導入処理法

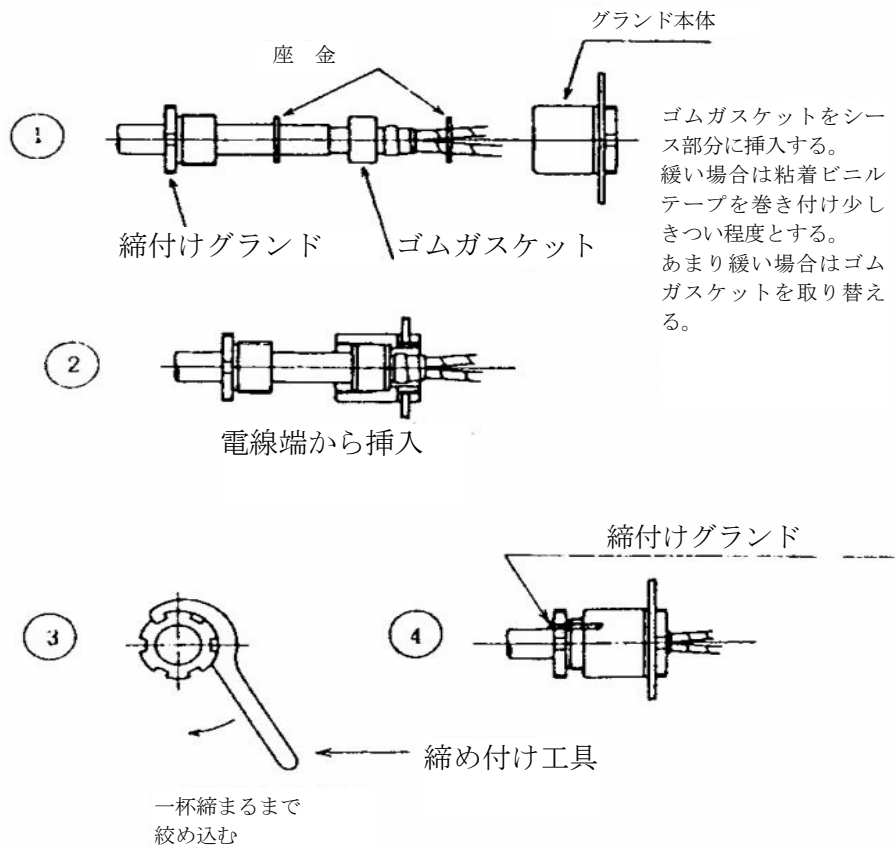


図 2.5.5 グラウンド防水処理法

② 機器に直結した電線管

暴露部に装備される機器にケーブルを導入する場合は、図 2.5.6 に示すように、機器の端子箱にパイプフランジを取付け、導入する。尚、導入の際には電線のシースを傷つけないようにすること。

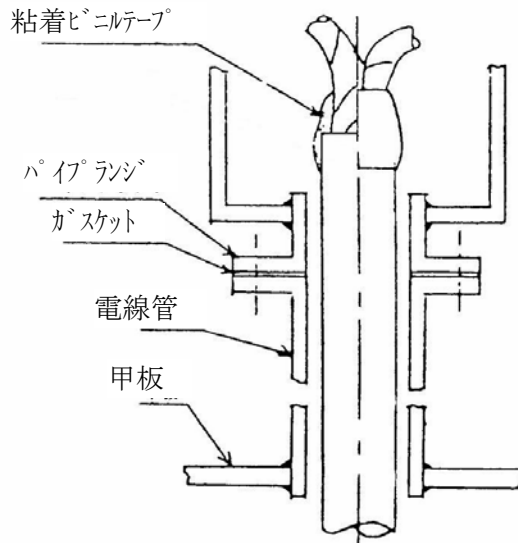


図 2.5.6 電線管導入の例

(b) 非防水導入の場合

① 器付コーミング

機器付コーミングは、防滴形の機器、非防水形の機器のケーブル導入部に採用し、多数のケーブルをまとめて導入するのに適し、作業性がよい。

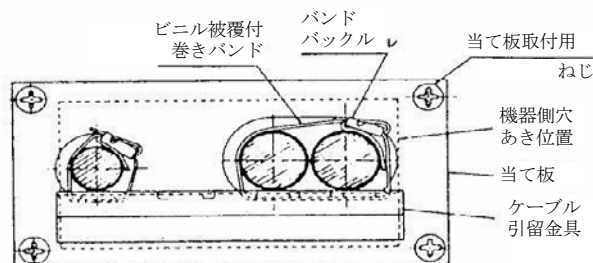
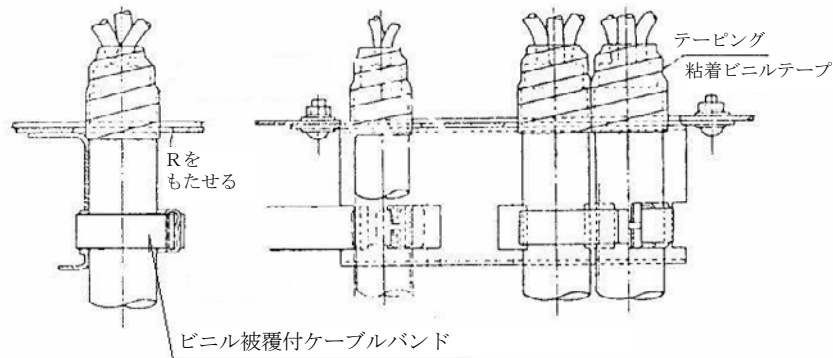


図 2.5.7 壁取付け始動器のコーミング導入処理法

② 甲板付コーミング

甲板付コーミングは、大型自立盤、制御コンソール等床置形機器の底部からケーブルを導入する場合に採用する。床面にはケーブル引止めハンガを設け、ケーブルを固定する。ケーブル導入部の隙間には、防水又は防火コンパウンドを充填し、湿気、異物などの侵入を防止する。

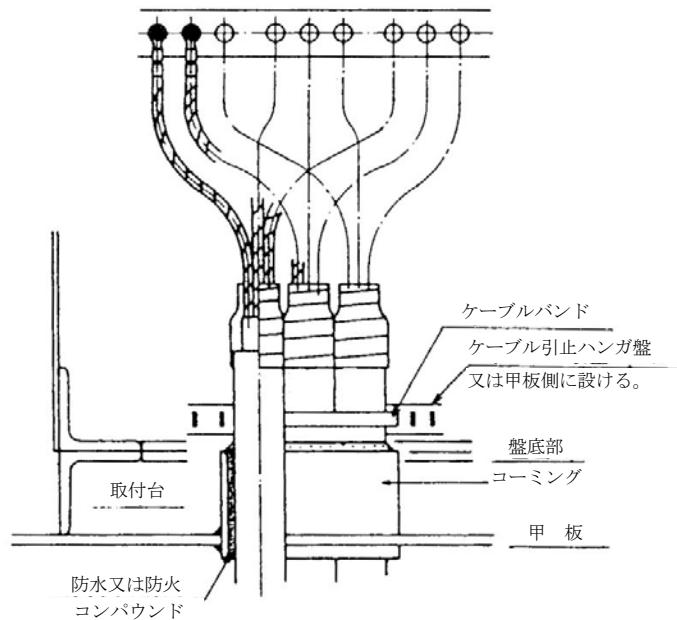


図 2.5.8 コーミング導入処理法（自立盤の例）

③ クランプ導入

クランプ導入は、防滴形機器や非防水形機器で、ケーブルの本数がすくないときに採用する。締め付け箇所はケーブルシースを傷めないようにするために、ビニルテープを2回巻きする。

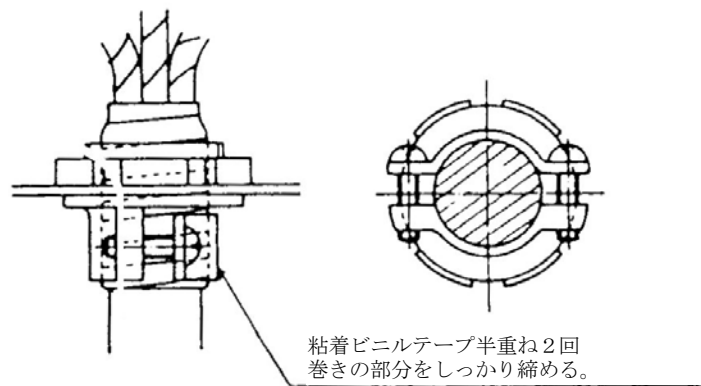


図 2.5.9 ケーブルクランプ導入処理法

④ ブッシング導入

ブッシング導入は居住区などの非防水区画内に装備する非防水形機器の導入部に採用する。ブッシング材料は、ゴム又はプラスチックなどとする。

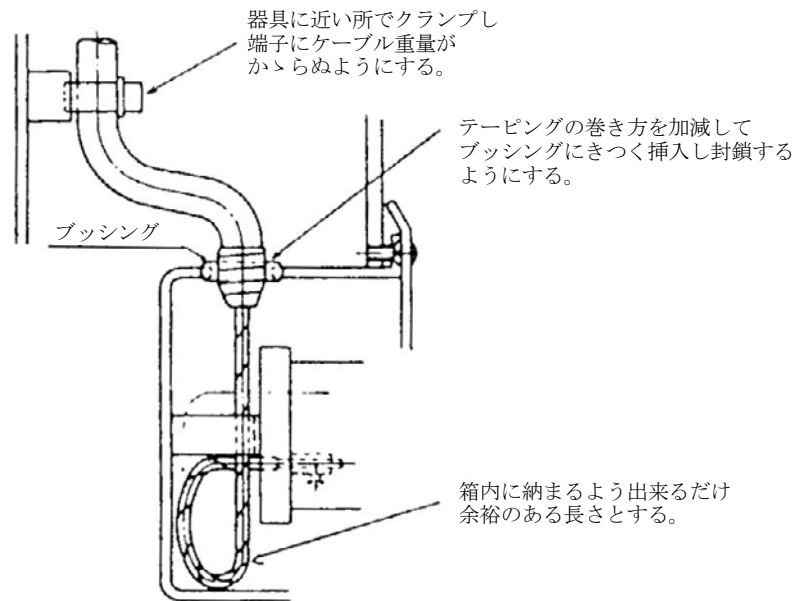


図 2.5.10 ブッシング導入処理法（壁埋込形器具の例）

⑤ その他

非防水区画内に装備するスイッチ、レセプタクル、接続箱などの小型非防水器具は、器具外被のケーブル導入口から直接導入する。処理要領は、(iv) ブッシング導入の場合に準じて行う。

(c) 防爆機器に導入の場合

蓄電池室、塗料庫、タンカーの危険区域などの爆発性ガスの存在する区画には、耐圧防爆機器又は本質安全防爆機器を装備する。本質安全防爆機器の導入部には、電線貫通金物が一般的に採用されるが、耐圧防爆機器の導入部には、耐圧ガスケット式貫通金物が採用される。図 2.5.11 に耐圧ガスケット式貫通金物の構造例と導入処理要領を示す。図に示すように、テーパガスケットの締付けによる確実な気密性の保持、グランド押さえカバー及び締付けボルトによるグランドの緩み防止、ケーブルクランプにより確実なケーブルの固縛等安全性の確保が考慮された構造になっている。

ただし、危険箇所に配線されるケーブルは基本的にはがい装ケーブルである。当該区域に設けられる電気設備（防爆仕様等）の要求にあうパイプ工事等が可能な場合、通過電線をガス密された電線管、金属ダクト等により敷設する場合には、がい装なし電線を使用できる。

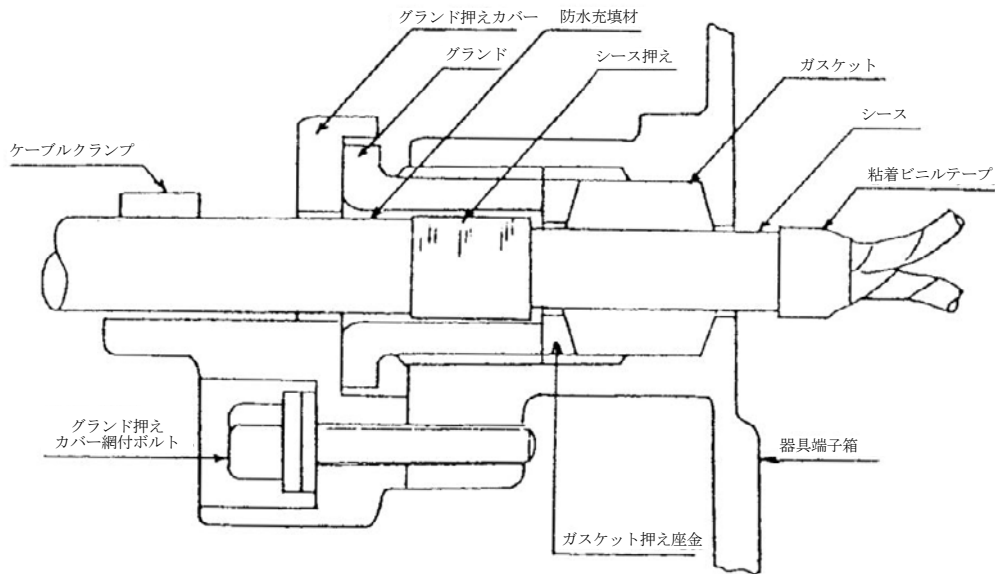


図 2.5.11 耐圧防爆機器のケーブル導入例

2.6 結線

2.6.1 一般

結線は、電気装置工事の最終仕上げであり、電気機器が正常に作動しその機能を発揮するためには正確さが絶対条件となる。

誤結線は機器の正常な動作を妨げるばかりでなく、機器の損傷、火災などの事故の原因となり、接触部の緩みや接触不良は加熱や誤動作の原因となる。したがって、結線作業においては細心の注意を払って正確、確実にを行い、更に次の事項に注意する。

- (1) 結線する場合は、端子にケーブルの重量が加わらないようにする。
- (2) 結線する際は、絶対に心線の減線をしない。
- (3) ヒーター回路のヒーター端子に接続する場合は、はんだ付け処理はしない。
- (4) 接地線の接続は、接地抵抗を極力少なくするようにする。
- (5) 各機器間の端子符号などは、できるだけ統一する。

2.6.2 心線さばき

線端処理した心線端子を整理して機器側の端子に順序よく導く作業を、心線さばきと云う。心線さばきは、心線端子の結線作業を容易にし、振動による心線の断線や端子締付部の緩みを防ぎ、保守点検を容易にする。

(1) 心線長の余裕

心線に引張り過重がかからないように、また、多心線の場合は予備心線も含めて最遠距離の端子に接続できるように、長さには余裕を持たせておくこと。

(2) 心線の整理、固縛

心線は接続順序に整理し、集合部分を絶縁物のバンド、ひも等でまとめて固縛しておき、結線端を接続順序に従って引き出す。ケーブル導入口から接続端子までの距離が大きい場合は、ランナバーなどに固縛するか、あるいはダクトに入れるなどの措置を取る。

また、心線被覆が機器や構造物で損傷しないようにする。

2.6.3 端子盤への接続

端子盤への接続については、次の事項に注意する。

- (1) 端子の締付けは、締付けに適合した寸法の工具を使用し、締付け不十分で接触不良を生じたり、過度に締付けてねじ頭の溝を欠くことのないようにする。
- (2) 端子の緩み止めとして付属しているばね座金、舌付座金、ダブルナット又は緩み止め効果を有する特殊ナットは、その性能を損なわないように正しく使用すること。
小型端子の場合は緩み止めとして、ねじ部にロックペイント等を塗布する。
- (3) 照明及び通信回路に多くの JIS 端子及び端子盤(台)が用いられるが、これは小ねじの先で細い導体を直接に締付けるので、図 2.6.1 に示すように、小ねじの先端の形状に注意し、平らか丸味のあるものを使用する。

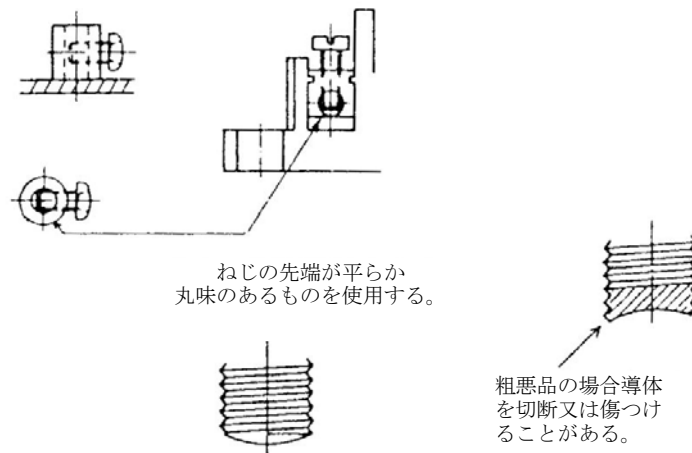


図 2.6.1 JIS 端子ねじに対する注意

(4) ねじ無し端子台

ねじ無し端子台は、電線 1 本毎に絶縁体部をニッパー等でカットし端子台へ差し込み、導体部をスプリング製のクランプへ差し込む方式となっている。差し込む時は、工具（ドライバー）等でクランプを押すとクランプが開放し、電線が挿入できる。工具を放すと、スプリング圧で電線が接続される。この方式をスプリングクランプ方式とする。

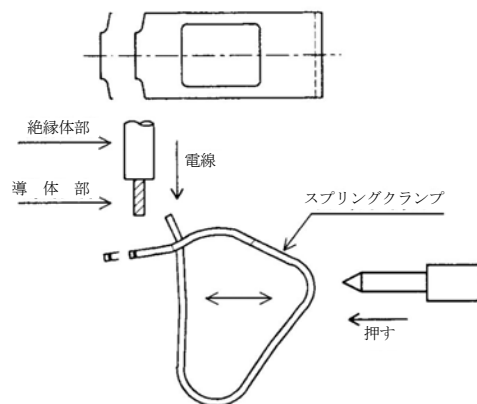


図 2.6.2 スプリングクランプの形状

(5) 差し込み端子台（レール式 20P）

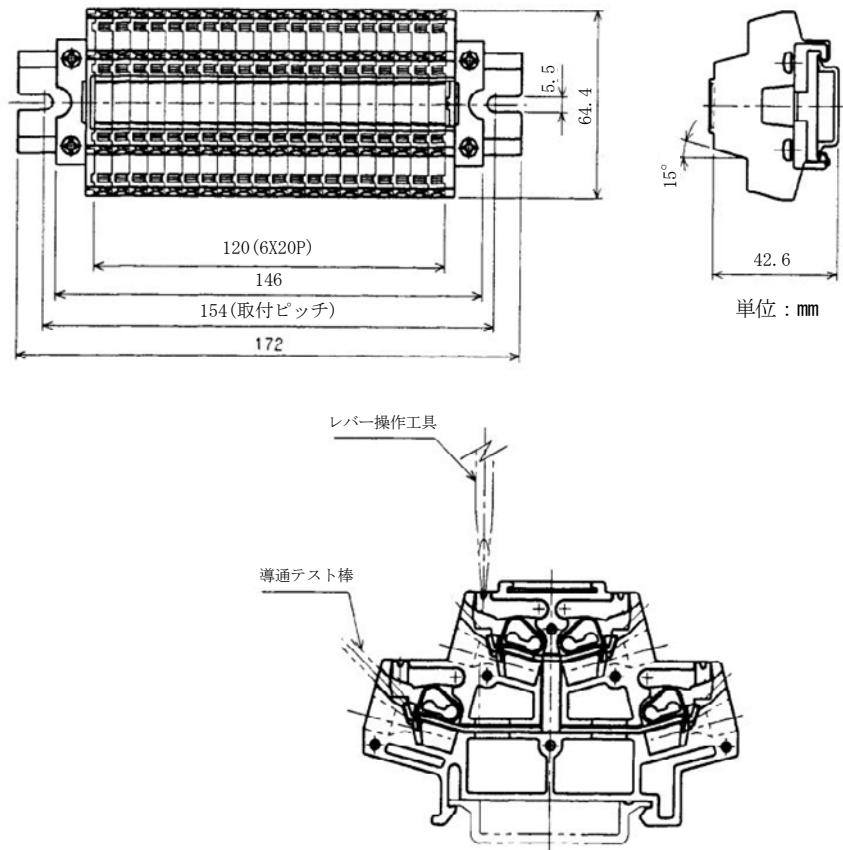


図 2.6.3 差し込み端子台

2.6.4 結線の具体例

結線は、結線図に指示されたとおり正確に行い、端子締付けねじに適合した工具で確実に締め付けなければならない。心線端に圧着端子などを取付けないで、導体をじかに端子に接続する場合には、導体挿入長が不十分で接触不良とならないようにし、複数の心線を同一端子に挿入する場合には、導体締付けが不均等になりやすいので、導体をより合わせて挿入しなければならない。

端子締付けねじは、ばね座金、舌付座金などで緩み止めをする。大型端子では、ダブルナットや緩み止め効果を有する特殊ナットを使用している例もあり、小型端子では、弾性材によって端子が緩み止め機能を有しているものもある。一連の結線を終了したら、接続の誤りがないか結線図と照合チェックし、ねじ部の増締めを行って結線の完璧を期する。以下に各機器における結線の具体例を示す。

(1) 配電盤

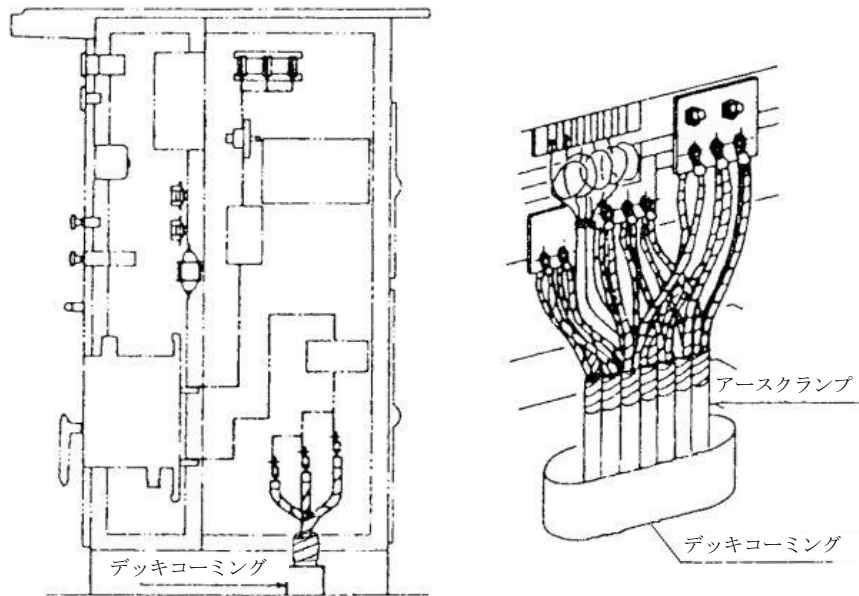


図 2.6.4 発電機用ケーブルの結線

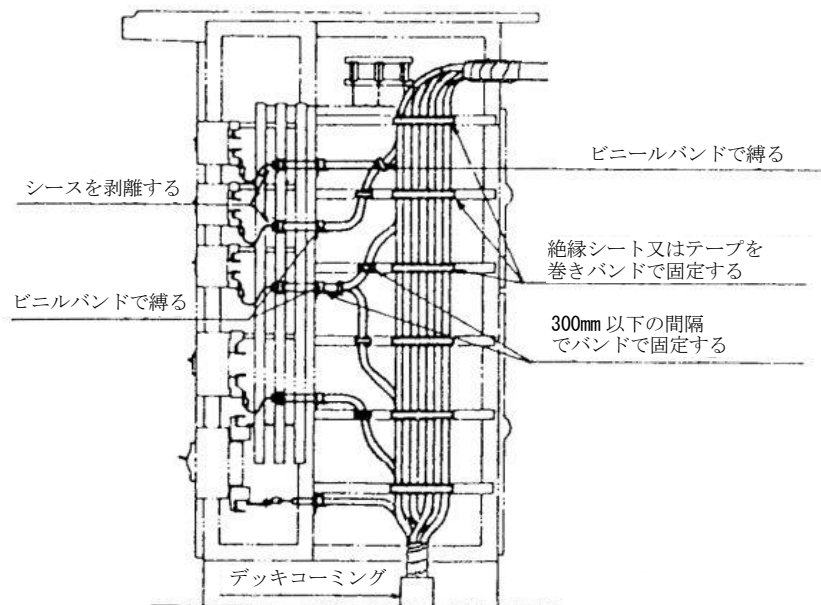


図 2.6.5 給電用ケーブルの結線

(2) 区分電盤

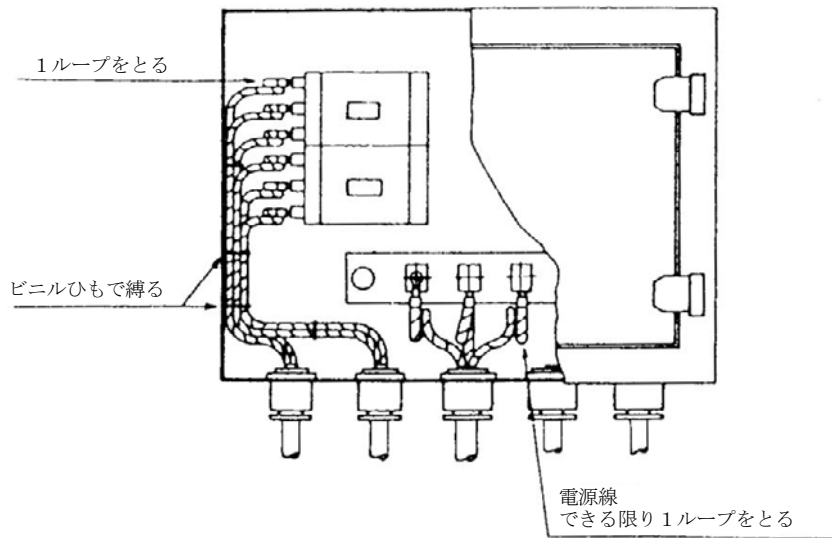


図 2.6.6 区分電盤内の結線

(3) 制御盤

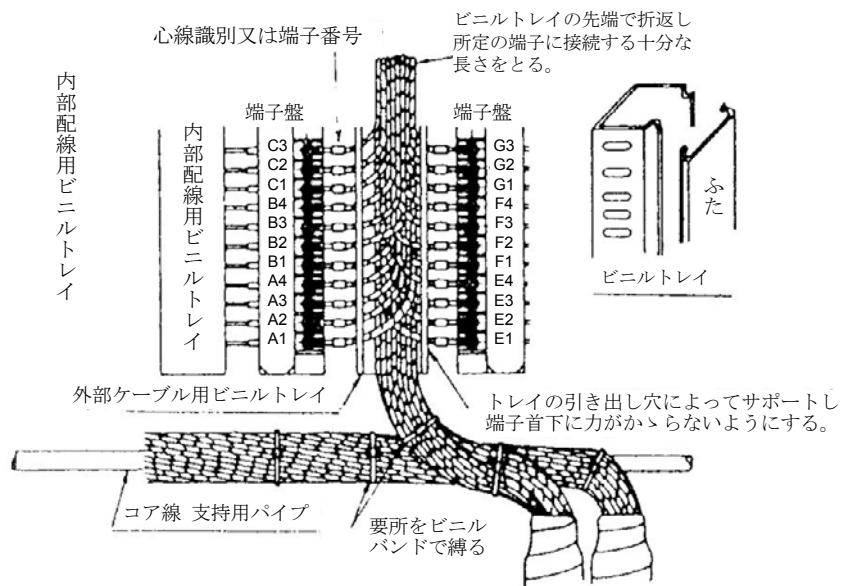


図 2.6.7 制御盤内の結線

第3 アルミ船

3.1 工事材料

3.1.1 材料及び部品

材料と部品の区別は、生産管理による工事方法や材料、部品の標準化の程度が各社ごとに多少の相違があるので、明確に区別できないが、大体消耗品的なものを材料としその他のものを部品として取扱っている。

表 3.1.1 電気艙装工事に使用する材料及び部品

用途	材料及び部品
ケーブル固定用	ケーブル押えバンド、ケーブル巻バンド、バンドバックル、樹脂バンド
ケーブル支持用	電線馬／導板、ケーブルハンガ、ハンガ吊り脚、ランナバー、ダクト、トランク、線樋、クリート
ケーブル貫通用	グラウンド、ケーブル貫通箱、コーミング、ブッシング、防水材料、充填材
ケーブル保護用	電線管、電線管用付属物、フレキシブルチューブ
機器へのケーブル接続用	圧着端子、テープ、チューブ、防水材料、はんだ、ペースト
装備工事用	機器台（床取付形、壁取付形、天井取付形）、防振ゴム、防波箱、照明器具、取付台、手さげ灯用引掛フック
接地工事用	接地導体、接地金物
防食工事用	ジンククロメート、ジンククロメート座金
各工事用	小ねじ、ボルト、ナット、座金

3.1.2 ケーブル

ケーブルは、JIS C 3410-99（船用電線）規格によるものとする。ただし、規格に規定されていないものについては、その他のJIS規格品、日本電線工業会（JCS）規格品で船級協会の承認を取得したケーブル又はこれと同等以上のもの（管海官庁の承認を受けたもの）を使用する。

参考のため、NK鋼船規則で使用が認められているJCS規格品等を次に示す。

- ① JCS 4283-77 660V 船用けい素ゴム絶縁あじろがい装ケーブル
- ② JCS 3296-77 660V 船用制御機器配線用ビニル絶縁電線
ただし、同心より線を使用したもの（660V-SY）を除く
- ③ JCS 4312-00 高圧船用電線
ただし、耐電圧試験は規則H編2.17.6-5及び-6によること
- ④ JCS 4316-55 無機絶縁ケーブル
- ⑤ JCS 3337-00 150V 船用電子機器配線用ビニル絶縁電線
- ⑥ JCS 4338-77 150V 船用多心ビニル絶縁ビニルシースあじろがい装ケーブル
- ⑦ JCS 3378-81 660V 船用配電盤用単心可とう難燃架橋ポリエチレン絶縁電線
- ⑧ 耐延焼性船用電線はIEC60332-3CategoryAの試験に合格した耐延焼性ケーブル、なお、JIS C 3410-99で耐延焼性ケーブルが新規に規格化された。
- ⑨ 火災に対する考慮として、IEC 60331の試験に合格した耐火性ケーブル

(1) 電線記号

(a) 船用電線記号に使用されている文字の意味は、表 3.1.2～表 3.1.3 のとおりである。

表 3.1.2 線心数及び用途の記号の意味

FA	耐延焼性	M	多心制御用及び信号用
S	単心電灯用及び動力用	TT	電話用及び計装用
D	2心電灯用及び動力用	P	移動用又は可とう
T	3心電灯用及び動力用	SCP	配電盤用
F	4心電灯用及び動力用		

表 4.1.3 構成・材料の記号の意味

絶縁記号		外被記号		がい装記号		防食層記号		その他の記号	
P	EP ゴム絶縁	L	鉛被	C	あじろがい装	Y	ビニル防食	S	一括遮へい
SR	けい素ゴム絶縁	Y	ビニルシース	CB	銅合金線がい装			-S	各心又は各対遮へい
Y	ビニル絶縁	N	クロロブレンゴムシース					E	接地線
C	難燃架橋ポリエチレン絶縁	D	編組						

(注 1) EP はエチレンプロピレンを示す。

(注 2) あじろがい装は鋼線によるものとし、銅合金線あじろがい装の場合には C の代わりに CB とする。

(b) 電線種類及び記号の使用法の一例を次に示す。

- ① JIS C 3410-99 船用電線は、従来の難燃性の規定が、「IEC 60332-1 に準拠した耐炎性」と「IEC 60332-3 Category A に準拠した耐延焼性」の 2 種類に規格化された。
- ② JIS C 3410-99 船用電線の公称電圧表示は、「IEC 規格に合わせ、0.6/1.0kV」である。なお、0.6kV：対地電圧（交流）、1kV：線間電圧（交流）を意味する。
但し、多心線及び電話用電線の公称電圧表示は、従来と同じく「250V」である。
- ③ 一般動力・電灯回路用電線の呼び方の例。
 - ・0.6/1.0kV TPYC-4：0.6/1.0kV 耐炎性 3 心 EP ゴム絶縁ビニルシースあじろがい装ケーブル (4mm²)
 - ・0.6/1.0kV TPYCY-4：0.6/1.0kV 耐炎性 3 心 EP ゴム絶縁ビニルシースあじろがい装ビニル防食ケーブル (4mm²) (防食ケーブルの場合には、ケーブル記号の最後に、防食層「Y」の記号を付ける。)
 - ・0.6/1.0kV FA-TPYC-4：0.6/1.0kV 耐延焼性 3 心 EP ゴム絶縁ビニルシースあじろがい装ケーブル (4mm²) (耐延焼性ケーブルの場合には、ケーブル記号の前に、「FA-」をつける。)

- ④ 多心線及び電話用ケーブルの呼び方の例。(絶縁記号を省略する。)
- ・ 250V MPYC-12 : 250V 耐炎性多心 EP ゴム絶縁ビニルシースあじろがい装ケーブル (12 心)
 - ・ 250V TTYC-3 : 250V 耐炎性電話用ビニル絶縁ビニルシースあじろがい装ケーブル (3 対)

- ⑤ 配電盤用電線の呼び方の例。(絶縁記号及び外被記号を省略する。)
- ・ 0.6/1.0kV SCP-6 : 0.6/1.0kV 配電盤用可とう難燃架橋ポリエチレン絶縁電線 (8mm²)

(c) J I S 船用がい装なしケーブル

機械的損傷を受けるおそれの無い居住区域の隠蔽部などに敷設されるケーブルにはがい装なしケーブルが使用されることがある。

例 : 0.6/1.0kV TPY-4

0.6/1.0kV 耐炎性 3 心 EP ゴム絶縁ビニルシースケーブル (4mm²)、ただし、使用に際して、JIS C 3410-99 船用電線規格に、単心線とシールド線の規格がないことに注意。

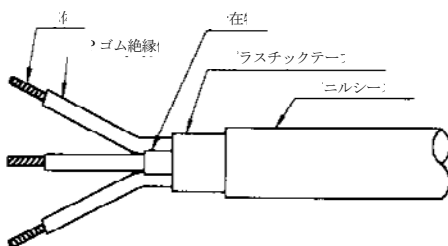
(d) 軽量化電線 (あじろがい装なし)

J I S 規格に準拠した軽量化電線 (あじろがい装なし) としてノンハロゲン耐延焼性船用軽量電線が、海上保安庁船などに使用されている。

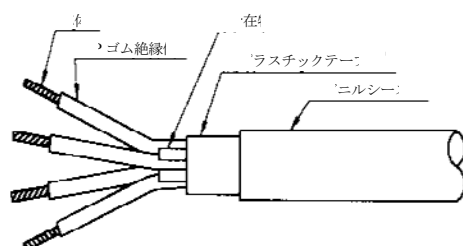
例 : 0.6/1.0kV TCO-4

0.6/1.0kV ノンハロゲン耐延焼性 3 心架橋ポリエチレン絶縁ポリオレフィンシースケーブル (4mm²)。ただし、構成材料記号の「0」は、難燃ポリオレフィンシースを表している。

電灯及び動力用ケーブル (TPY)



芯制御用及び信号用ケーブル (TPY)



電話用ケーブル (IPY)

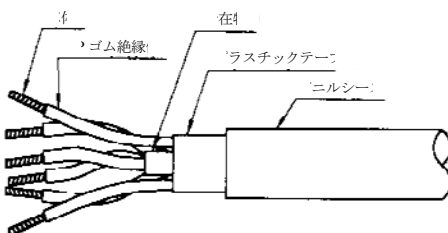


図 3.1.1 船用あじろがい装なし電線の構造例

(2) 船用電線の構造

一般によく使用されているケーブルの構造例を図 3.1.1 及び図 3.1.2 に示す。

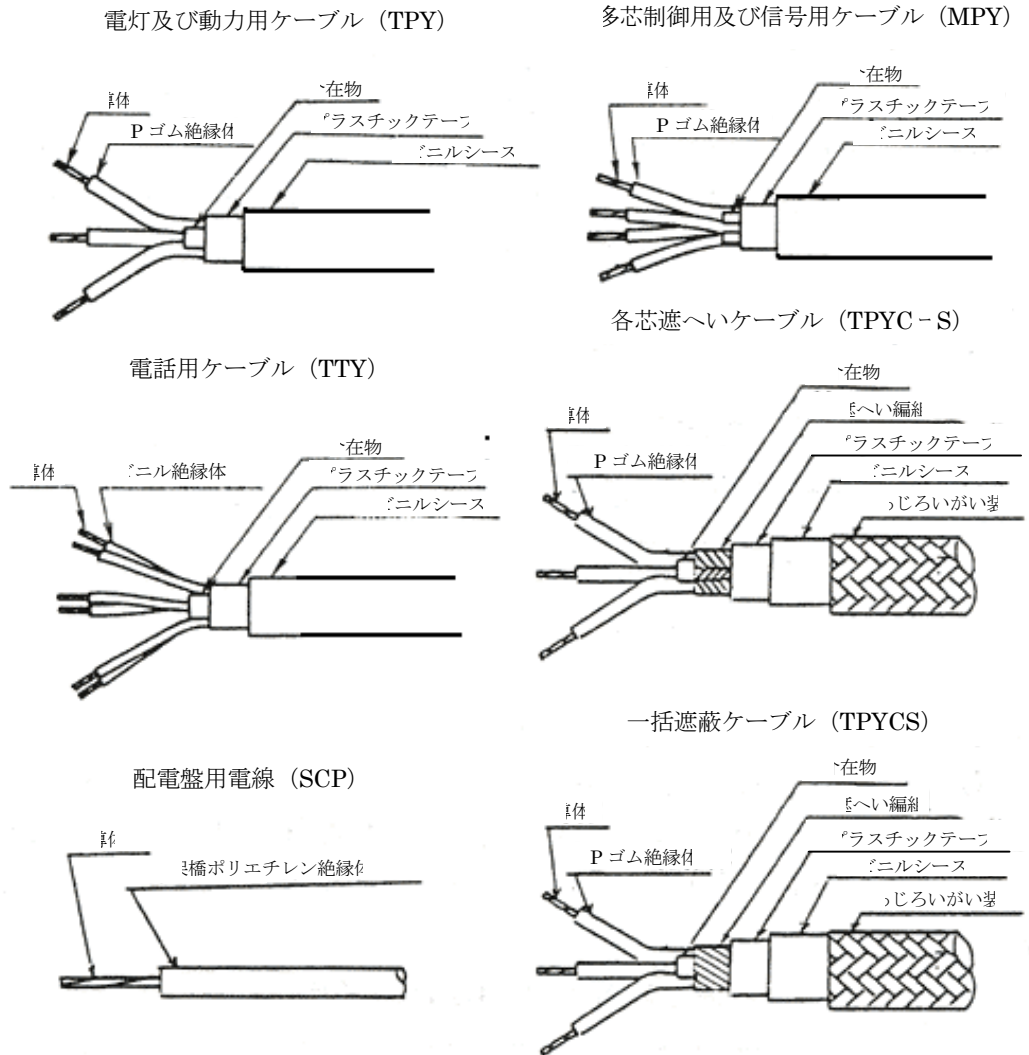


図 3.1.2 船用あじろがい装電線の構造例

(3) ケーブルの適用

電線の公称電圧表示が、「0.6/1.0kV」に一本化されたので、440V 回路及び 220V 以下の回路とも使用電線の適用区分は同じである。

なお、多心線及び電話用電線は、従来と同じく「250V クラス」である。

3.2 配線工事

3.2.1 電線の布設

- (1) 電線の布設はできる限り最短距離を選び、機械的損傷を受ける恐れのある箇所や高温多湿な場所を避けて布設する。
- (2) 居住区等で内張のある箇所における配線は、漏電等の恐れのないよう注意した上で隠ぺい工事を行なう。居室、操舵室及び客室で、やむを得ず露出配線する場合は、化粧カバー等を施工する。その他の場所はすべて露出工事とする。
- (3) 電路は船体構造物との間に適当な空間をとり、保守・点検が容易な様に考慮する。
- (4) 電線を曲げて布設する場合は電線の曲げ半径が電線外径の6倍以上になるようにする。
- (5) 電路は次の場所には布設しない。
 - (a) 船側外板に直接布設しない。
 - (b) 原則として船体防熱材に埋設しない。
 - (c) 原則として過度な振動や衝撃がある場所には布設しない。
 - (d) 原則として通路床上に布設しない。
 - (e) 燃料油タンクの貫通や直付の布設は行なわない。
 - (f) 排気管や高温となる部分には布設しない。ただし、断熱材等により十分な耐熱対策を施す場合はこの限りではない。
 - (g) 原則として取り外しが必要な船体構造物等には布設しない。やむを得ず布設する場合は、取り外し部付近に接続箱を設ける、又は配線方法を考慮する。これによって取り外し作業の便を図るものとする。
(例：機関室取り外し甲板の照明用支電路等)
 - (h) 電線は原則としてぎ装品の保守及び点検に支障が無いように布設する。
 - (i) ノイズの影響を受けやすい機器の配線は敏感電路とし、他の電路から離して布設する等必要な処置を考慮する。
 - (j) 機関室等の床下に布設する電線で機械的損傷を受ける恐れのある箇所には、プリカチューブ又は金属管で保護する。また、機関室等床下からの立ち上り電路等で外力による損傷の恐れがある箇所は床から約 200mm の高さまでをプリカチューブ等による保護を行なうものとする。
- (k) 付図 1～2 に代表的な配線工事要領を示す。

3.2.2 電線の支持

- (1) 電線はアルミ製ハンガ及びアルミ製パイプ方式により布設する。使用する電路の幅は布設される電線数に適合したもので、極力軽量化を図る。
- (2) 電路吊ピースはアルミ製フラットバー又はアルミ製アングル材を使用し、船体構造に溶接（場合によってはボルトを使用）し固着する。電路の船体への溶接は原則として片面溶接とする。ただし防水区画に装備するものならばに主電路は両面溶接とする。
- (3) 電線の固縛はステンレス製の巻バンドを使用する。無がい装電線の固縛は電線保護用の被覆が付いたステンレス製の巻バンド（被覆のない巻バンドを使用する場合は電線保護用のゴム材を使用すること）を使用する。（電線の固縛間隔は300mmを標準とする）
- (4) 巻バンドで固縛する電線（束）の幅は200mmを標準とする。垂直電路についてはこの数値を25%増加しても良い。（付図3参照）
- (5) 電線ハンガで支持する電線の積み重ねは2層迄を標準とする。
- (6) パイプ及び電線トランク内に布設する場合、電路に占める電線の断面積は40%以内とする。
- (7) 甲板からマストへの立ち上り電路の基部にはグラウンド又は防水貫通箱を設けるが、特に保護カバーは設けない。

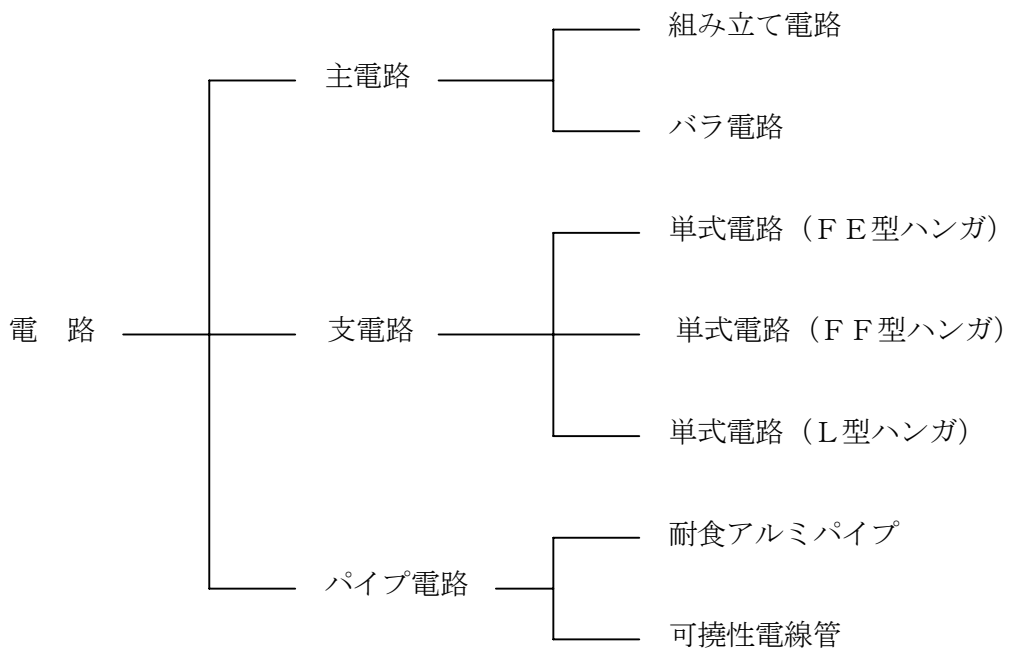
3.2.3 電線の貫通

- (1) 防水区画の甲板及び隔壁の電線貫通部にはグラウンド、不燃性水密コンパウンド(プラスチック)を充填したコーミング又はマルチケーブルトランジットを用いて施工する。
- (2) 気密壁の電線貫通部には、気密性を保持するため両端グラウンドを使用して施工する。
- (3) 電線が水密でない隔壁、ビームまたはガーター等を貫通する場合には、電線の保護のためにブッシング又はコーミングを使用して施工する。貫通する構造物に十分な厚さがある場合には前記施工はせず、電線穴を面取りする)
- (4) 電線が水密でない甲板を貫通する場合には電線保護のためのコーミングを用いて施工するものとする。
- (5) 電線が防火仕切りの甲板及び隔壁を貫通する場合には、グラウンド又は不燃性水密コンパウンド(プラスチック)を充填したコーミングを使用して施工するものとする。また、B級パネルを貫通する複数の電線は不燃コンパウンド(プラスチック)を充填したコーミングとするが、単線で貫通する場合には保護金物を用いないで貫通穴のままとする。

3.3 電路工事

アルミ船における電路材料は主として耐食アルミ合金製を使用する。

3.3.1 種類



3.3.2 主電路

- (1) 電線ハンガ：
 - 耐食アルミ合金製 ST型ハンガ(150~500)
 - 耐食アルミ合金製 TB型ハンガ(150~500)付図4にST型ハンガ、付図5にTB型ハンガを付した。
- (2) ランナーパイプ及びフラットバー：
 - 耐食アルミ合金製 パイプ(12φ)及びフラットバー(30×4t)
- (3) 吊ピース(フラットバー又はアングル材)：
 - 耐食アルミ合金製 フラットバー(30×4t)
 - 耐食アルミ合金製 アングル材(30×30×3t)
- (4) ボルト及びナット：ステンレス鋼

3.3.3 組み立て電路

組み立て電路は耐食アルミ合金製STハンガ、又はTBハンガを耐食アルミ合金製パイプ又はフラットバーに溶接して組み立て電路としたもので、フラットバー又はアングル材の吊ピースを溶接又はボルト・ナット締めによって船体構造物に固着する。付図6、7に組み立て電路の詳細を付した。

3.3.4 バラ電路

バラ電路は耐食アルミ合金製STハンガ又はTBハンガに、耐食アルミ合金製フラットバーの吊ピースを溶接又はボルト・ナット締めによって船体構造物に固着する。付図8、9にバラ電路の詳細を付した。

3.3.5 支電路

電線ハンガ：耐食アルミ合金製

FE型ハンガ (FE3, FE5, & FE6)


FF型ハンガ (FF3, FF5, & FF6)

L型ハンガ (L3, & L6)

3.3.6 単式電路 (FE型ハンガ)

耐食アルミ合金製フラットバーを『型』に曲げたもの、又はそのまま船体構造物に固着する。付図10にFE型ハンガを付した。

3.3.7 単式電路 (FF型ハンガ)

耐食アルミ合金製フラットバーを『型』に溶接付けし、そのまま船体構造物に固着する。付図11にFF型ハンガを付した。

3.3.8 単式電路 (L型ハンガ)

耐食アルミ合金製フラットバーを『型』に加工し、そのまま船体構造物に固着する。付図12にL型ハンガを付した。

3.3.9 電線パイプ材料

(1) パイプ：耐食アルミ合金製

(2) 可撓性電線層：プリカチューブ (ビニールカバー及びブッシング付)

3.3.10 電線バンド&バックル

電線バンド&バックルはステンレス製を使用する。

無がい装電線の電線バンドはPVC被覆付バンドを使用する。またはコの字型バンドカバーを使用し無がい装電線を保護する。

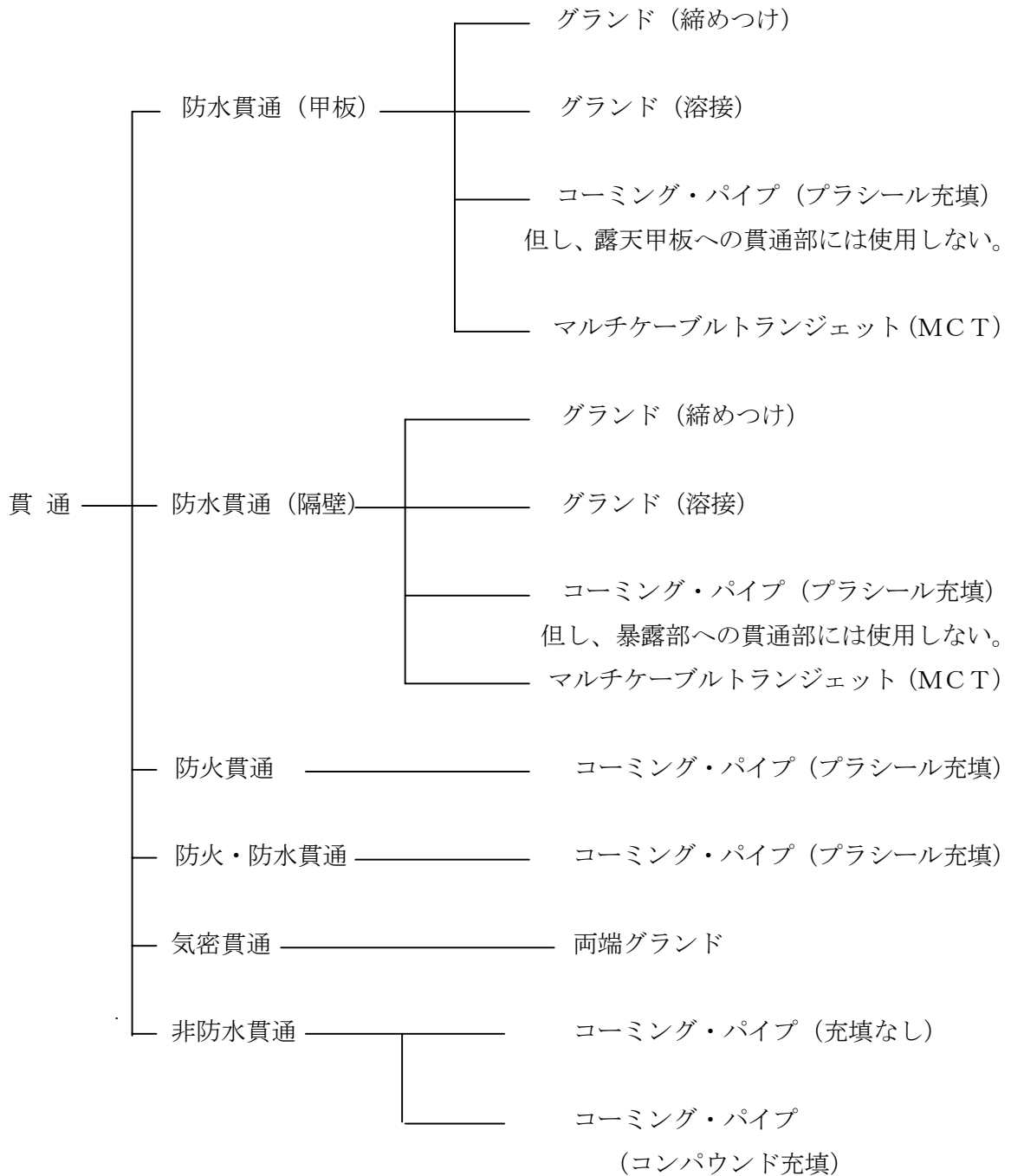
PVC被覆付バンド：電線の保護を目的とした電線バンドでステンレス製の電線バンドの上にビニル被覆を被せたもの。

バックルは原則として支電路にはO型、主電路にはL型バックルを使用する。

付図13にバックルを付した。

3.4 電線貫通工事

3.4.1 種類



3.4.2 防水貫通 (甲板)

付図14にグラント (締めつけ)、グラント (溶接)、コーミング・パイプ (プラシール充填) 及びマルチケーブルトランジット (MCT) による施工の詳細を付した。なお、グラントの詳細は付図15、コーミング・パイプの詳細は付図16及び17による。

3.4.3 防水貫通（隔壁）

付図 1 8 にグラウンド（締めつけ）、グラウンド（溶接）、コーミング・パイプ（プラシール充填）及びマルチケーブルトランジット（MCT）による施工の詳細を付した。なお、グラウンドの詳細は付図 1 9，コーミング・パイプの詳細は付図 2 0 及び 2 1 による。また、電線貫通適用表を付図 3 9 に示す。

3.4.4 防火貫通

付図 2 2 及び 2 3 にコーミング・パイプ（プラシール充填）による施工の詳細を付した。なお、コーミング・パイプの詳細は付図 2 4 及び 2 5 によるが、隔壁貫通の場合、アルミ壁は溶接取り付けで、また、合板壁はフランジ取り付けで施工する。この場合の詳細は付図 2 6 及び 2 7 に示した。

3.4.5 防火・防水貫通

防火・防水貫通の方法はコーミング・パイプ（コンパウンド充填）で施工するが、詳細は付図 1 6，1 7，2 0 及び 2 1 による。

3.4.6 気密貫通

気密貫通の方法は両端グラウンド使用による。詳細は付図 2 8 による。

3.4.7 非防水貫通

付図 2 9 にコーミング・パイプ（充填なし）、コーミング・パイプ（コンパウンド充填）、ブッシング及びバカ穴による施工の詳細を付した。なお、コーミング・パイプの詳細は付図 2 4 及び 2 5 による。

3.4.8 機器類への電線導入

機関室及び機械室などの機器類の電線導入は付図 3 0 に示すように、上部から電線導入する機器はグラウンド又は、L型カバー付コーミングで下部から電線導入する機器はコーミング（電線サポート付）を使用して施工するのを原則とする。

3.5 結線工事

3.5.1 電線は入念な末端処理を行い、原則として圧着端子を使用して機器端子へ接続する。ただし、照明器具等は圧着端子を用いず心線を直接機器端子へ接続する。
付図 3 1、3 2 に代表的な結線施工要領図を付した。

3.5.2 電線は機器端子へ接続後、心線部に無理な力が加わらないように適宜ビニタイで固縛する。

3.5.3 振動の多い主機及び発電機の電装品の制御、及び計装に使用する多心線及び 2 mm 以下の電線の端子はカバー付圧着端子を使用する。

3.5.4 主機換装時の作業を考慮し、主機換装時に取り外す必要のある電線の心線には機器端子番号と対応した線端識別処理を行うためマークチューブをする。

3.5.5 電線の心線識別と接続順位

付図 3 3 に電線の心線識別と接続順位を付した。

3.6 接地工事

電気機器類の電線の接地は絶縁された機器箱体及び電線がい装に導電部が接触したため生じる感電事故の防止、ならびに高周波による他機器、回路への誘導の防止を目的とする。

なお、本船は主船体及び上部構造物がアルミニウム合金製であるため、電気機器類の接地にあたっては異種金属接触による悪影響を生じさせないように処理する。

3.6.1 機器の接地

- (1) 電気機器の外箱は原則として船体構造物に有効に接地する。
- (2) 電気機器の接地がその取り付け足により有効に行われるものは特に接地線は設けない。付図 3 4 に代表的な接地施工要領図（自然接地）を付した。
- (3) 木壁に直接取り付けられる機器及び木座をはさんでアルミ製取り付け台に取り付ける機器は接地線で確実に船体構造物へ接地する。
付図 3 5 に代表的な接地施工要領図を付した。
- (4) 絶縁性支持物（パッキン、防振ゴム板等）を介して機器を取り付ける場合は機器と船体間は接地線で確実に船体構造物へ接地する。
付図 3 6 接地施工要領図を付した。
- (5) 定格電圧 1 0 0 V 以上の移動灯、移動工具等の非導電金属部はキャブタイヤケーブル内の導体により船体構造物へ接地する。
付図 3 6 参照
- (6) 調理室のように、水を使用する作業場所に設置する機器はアルミ製取り付け台に直接取り付けられる場合でも接地線で船体構造物へ接地する。
- (7) 機器の接地線はその機器の電源線の導体断面積 $1/2$ 以上の導体断面積を持ったものとし、最小 2mm^2 最大 64mm^2 とする。なお、電氣的誘導障害などの雑音防止を目的として接地する場合の接地導体は接地銅帯等、その目的に合致したものとする。
- (8) 接地線には塗装を行わない。
- (9) 船体構造物への接地線接続方法について、付図 3 7 施工要領図参照

3.6.2 電線の接地

電線のあじろがい装等の金属被覆部は電線の一端で確実に船体構造物へ接地する。ただし、誘導障害などの電線は一点で接地する。

付図 3 8 に代表的な電線の接地工事要領図を付した。

3.6.3 マストの接地

マストの接地は確実に船体構造物へ接地することとし、マスト頂部と船体間の接地抵抗は 0.02Ω 以下とする。

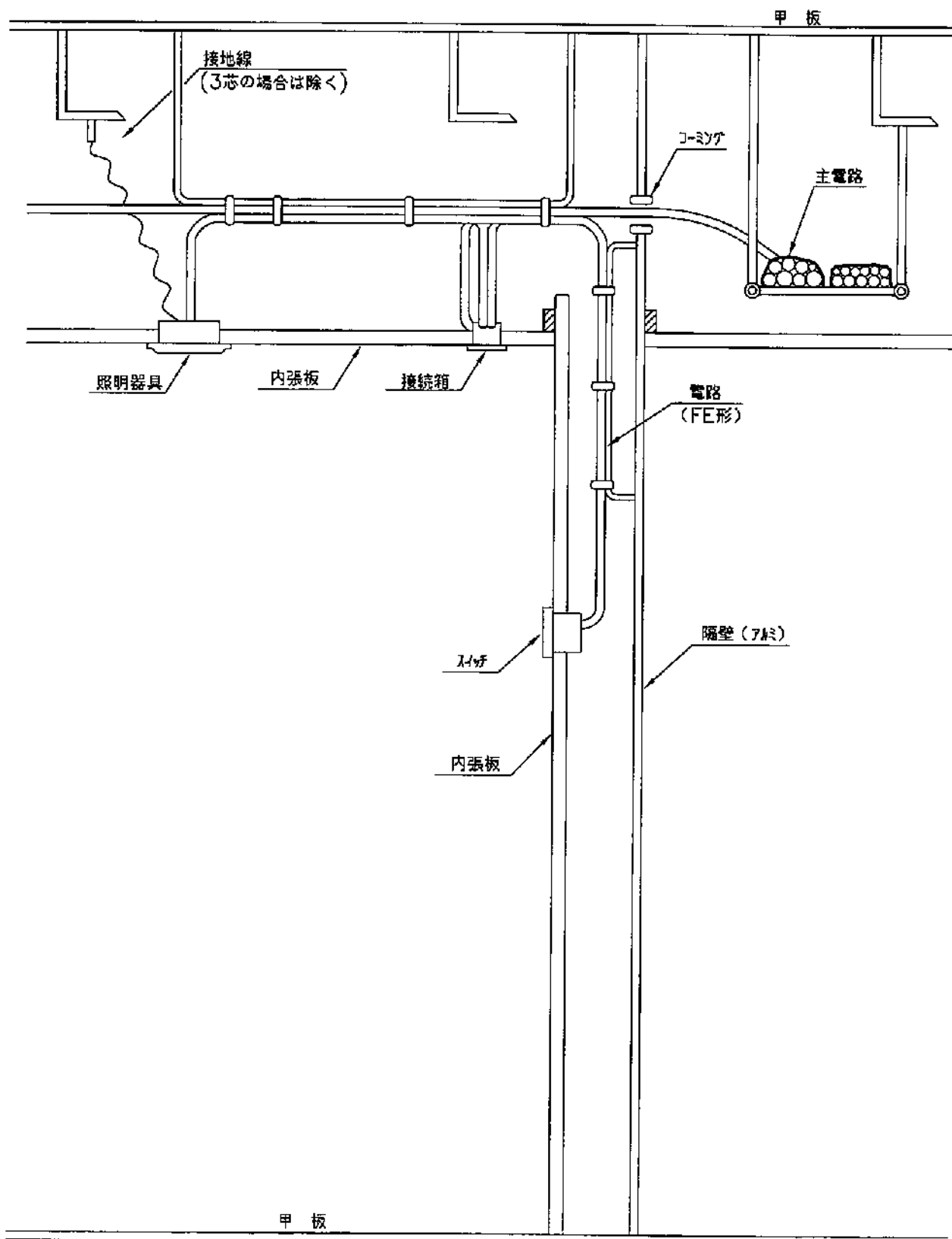
（ 75mm^2 以上の導体断面積を有すること。）

3.6.4 その他

自然接地の場合、機器と船体構造物との接触部は電氣的に十分な接地回路を構成するように、塗料、錆、油脂、汚れ等を十分に取り除くものとする。なお、小型機器類では菊付き座金を原則として使用する。

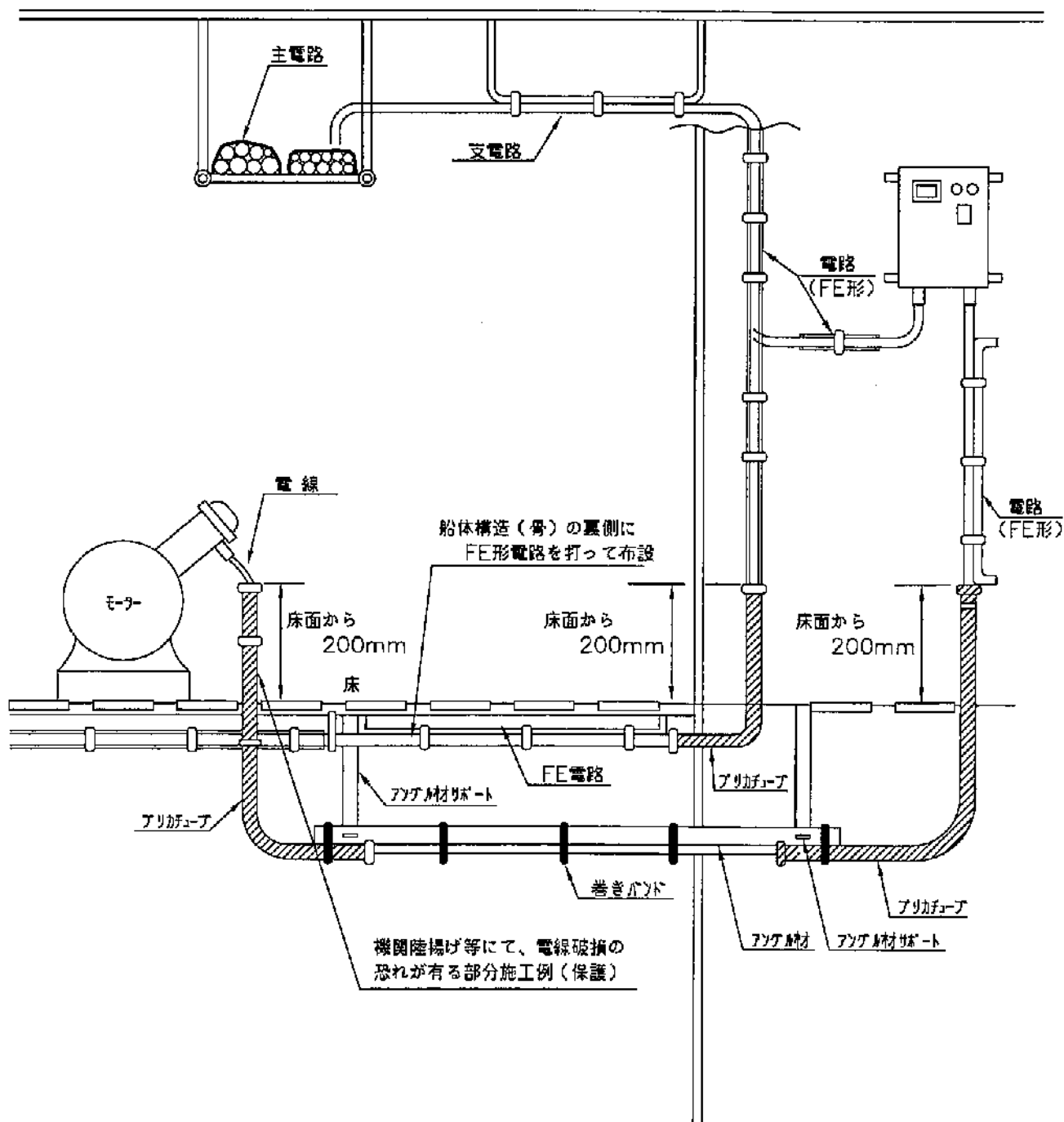
電線布設要領

居住区配線要領

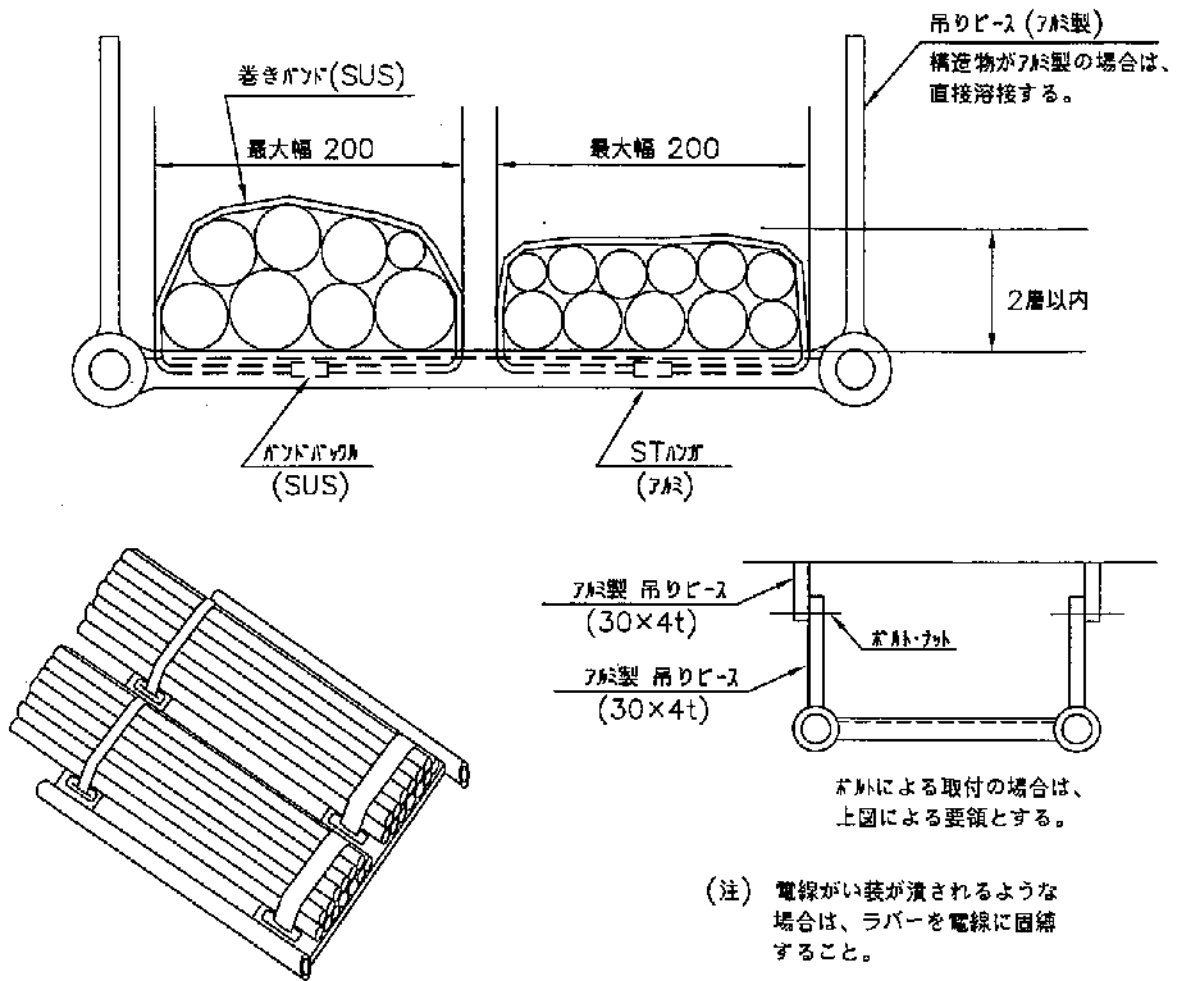


電線布設要領

機関室配線要領

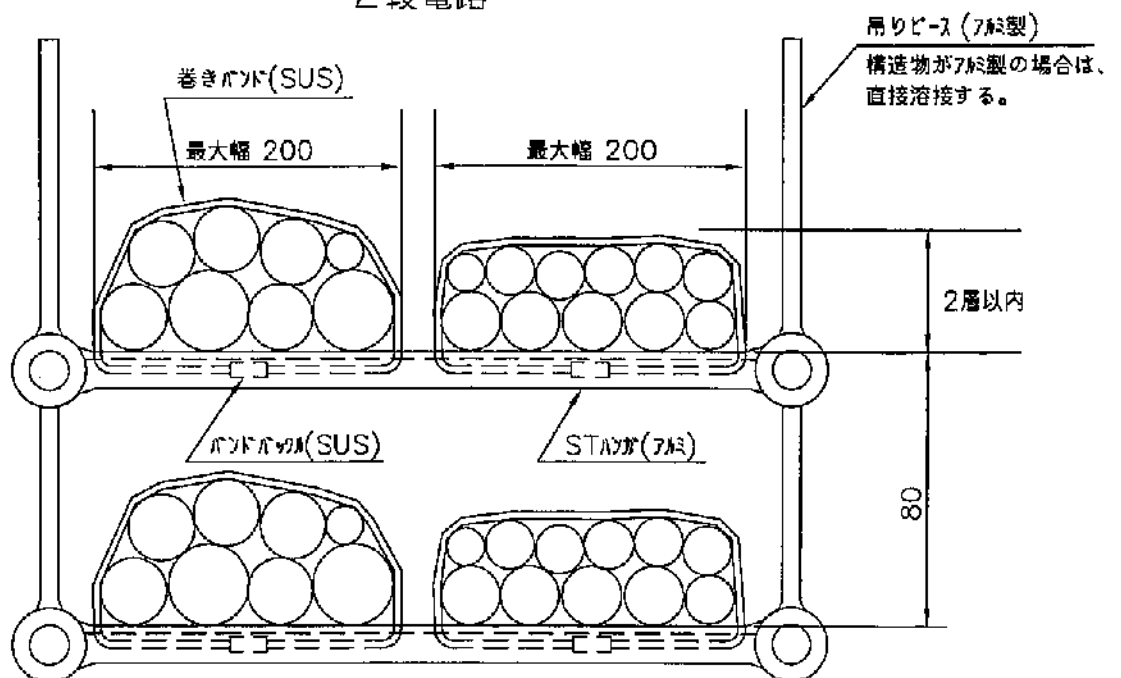


主電路布設要領（天井下）



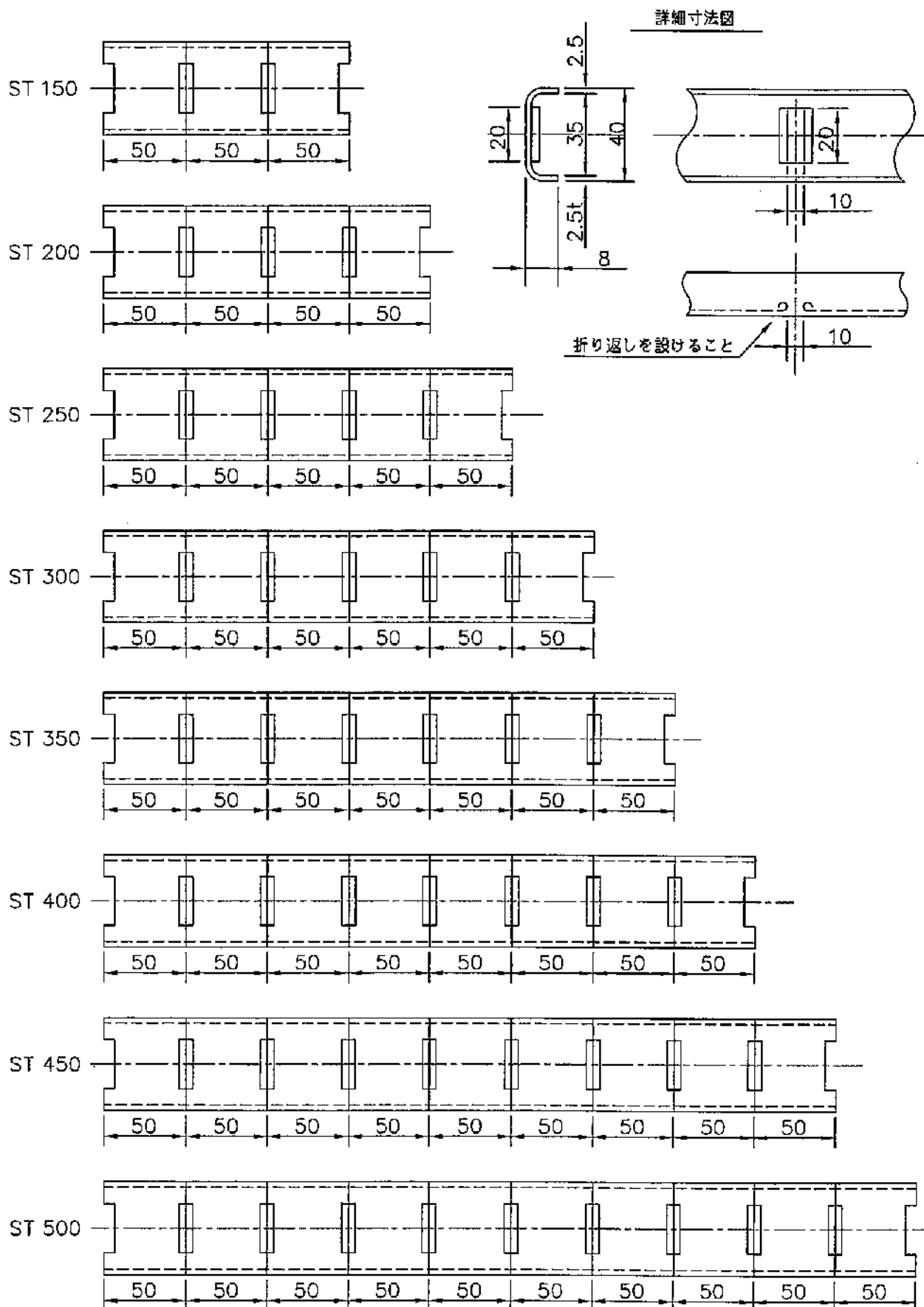
主電路布設要領（天井下）

2段電路



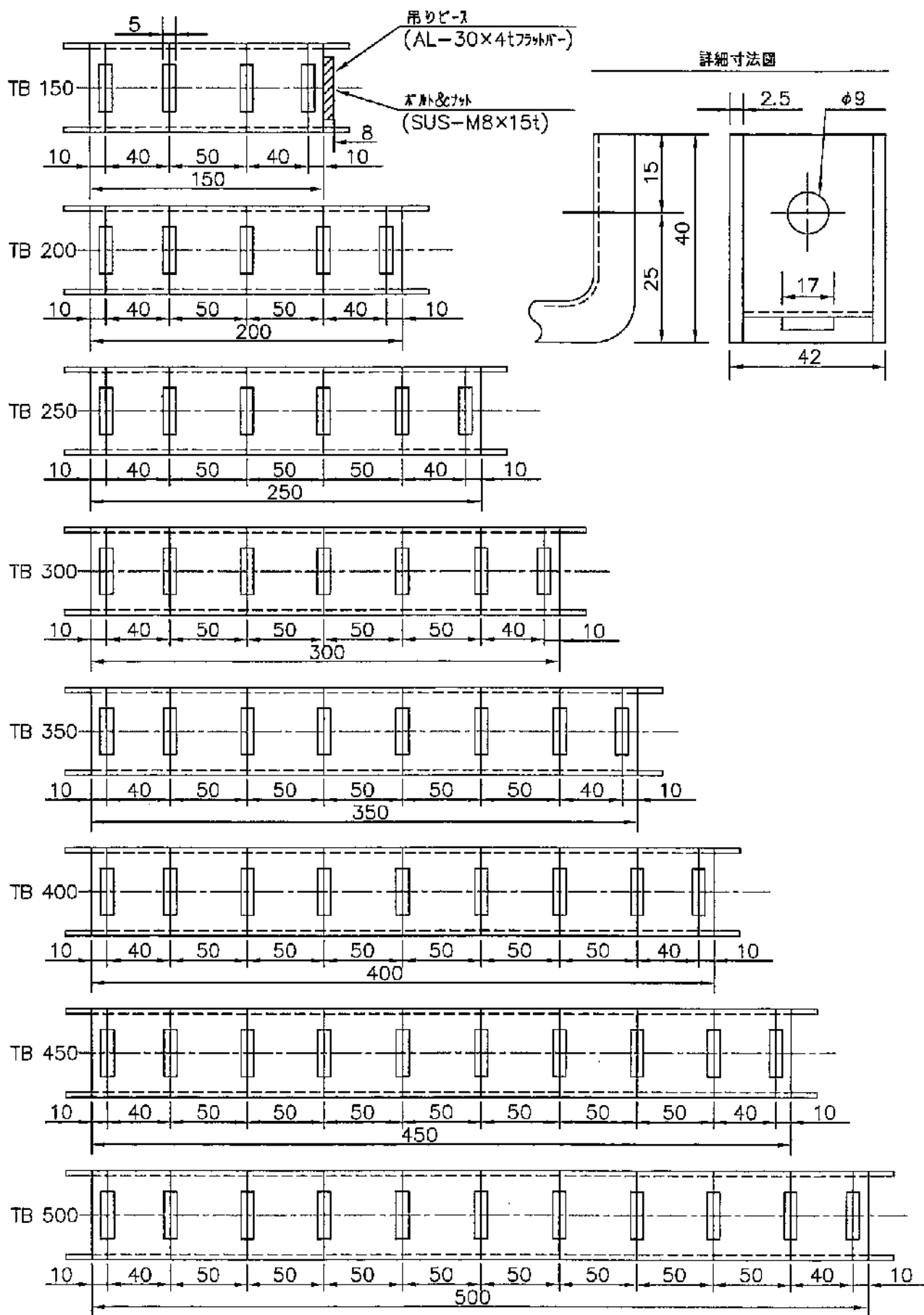
ST ハンガ寸法図

STハンガ(耐食アルミニウム合金製)は、長さ、1,000mmで納入されるので、下記の標準寸法に切断して使用する。

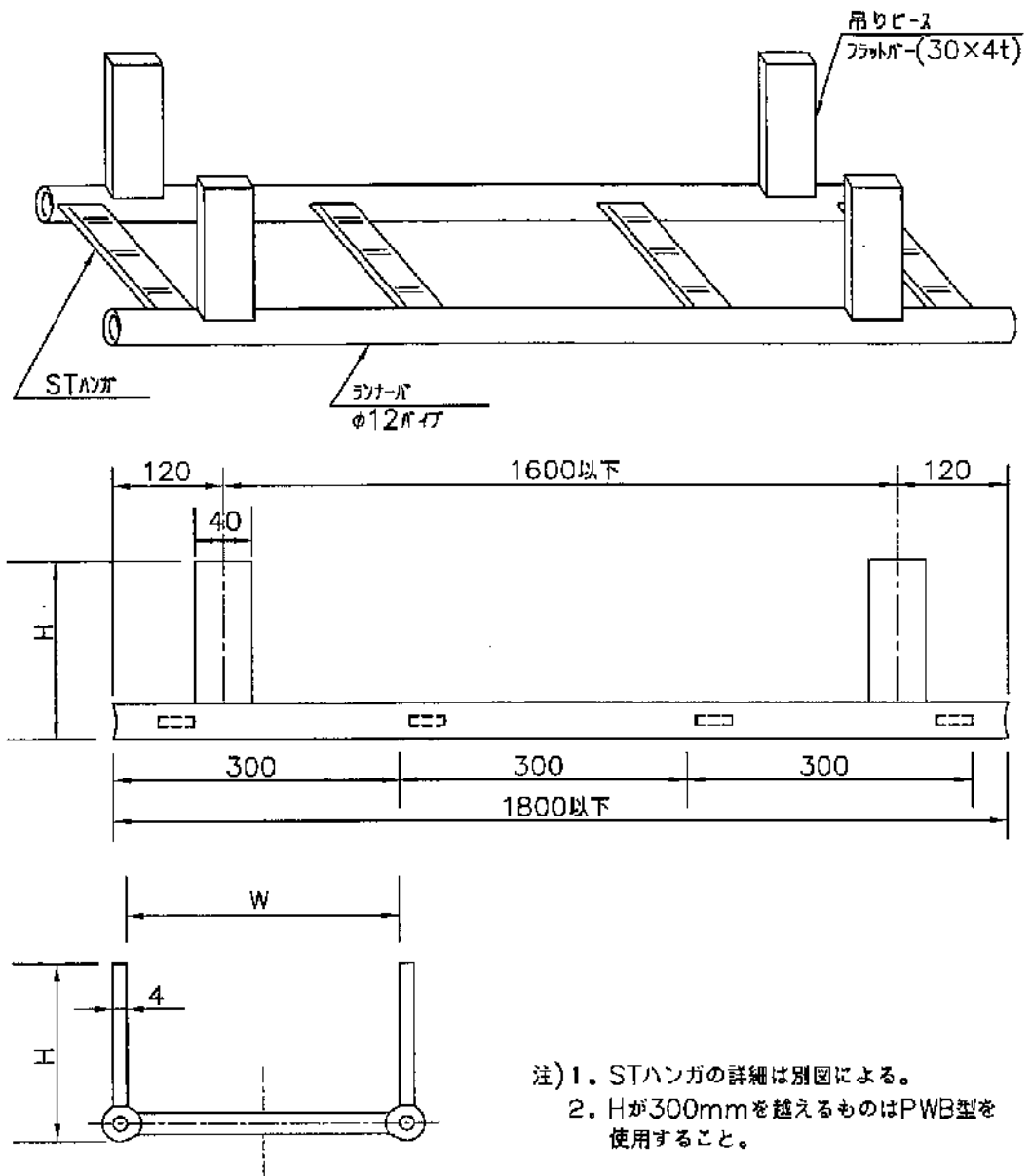


T B ハンガ寸法図

本TBハンガは、耐食アルミニウム合金製とする。

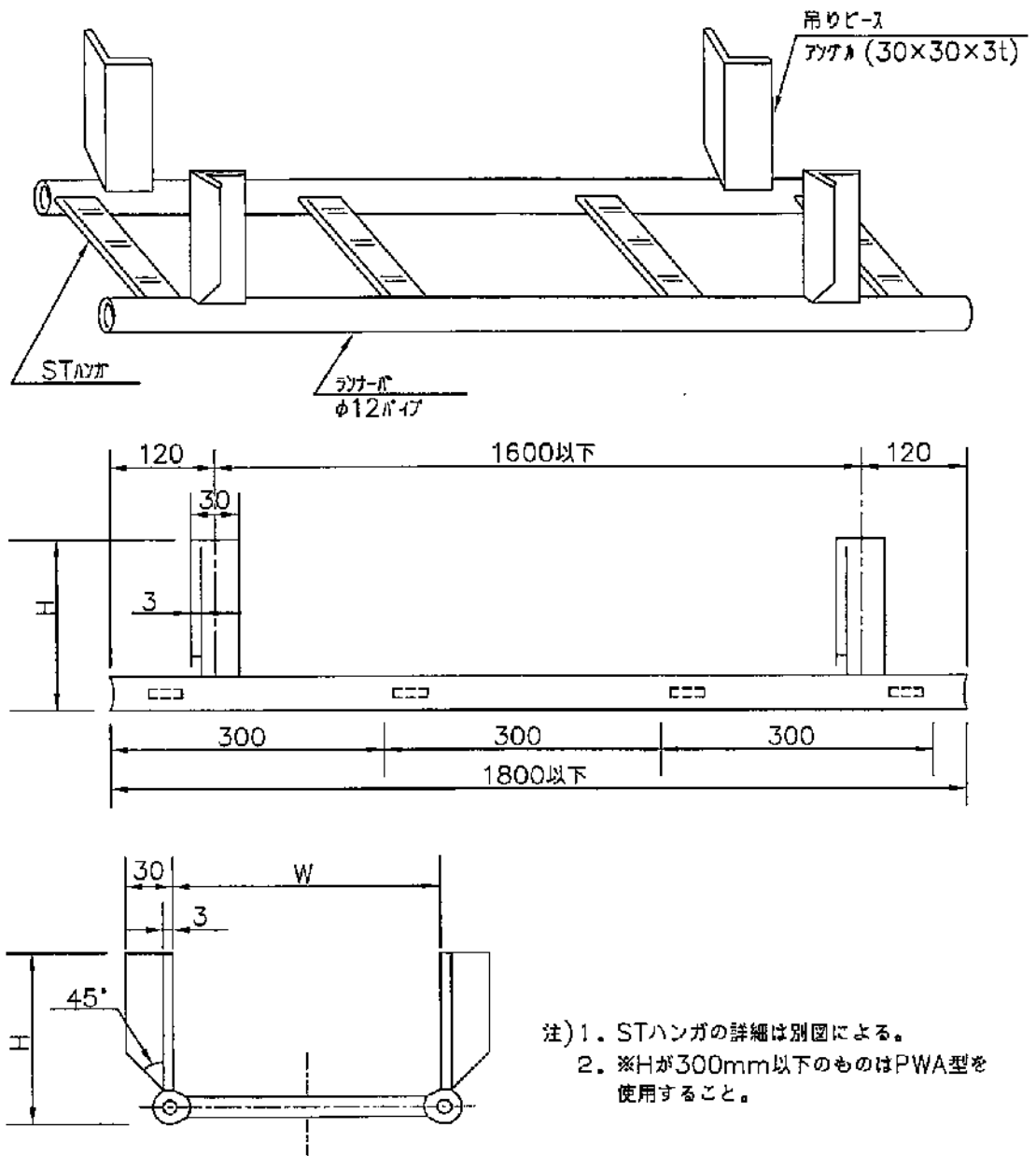


組立電路 (PWA 型)



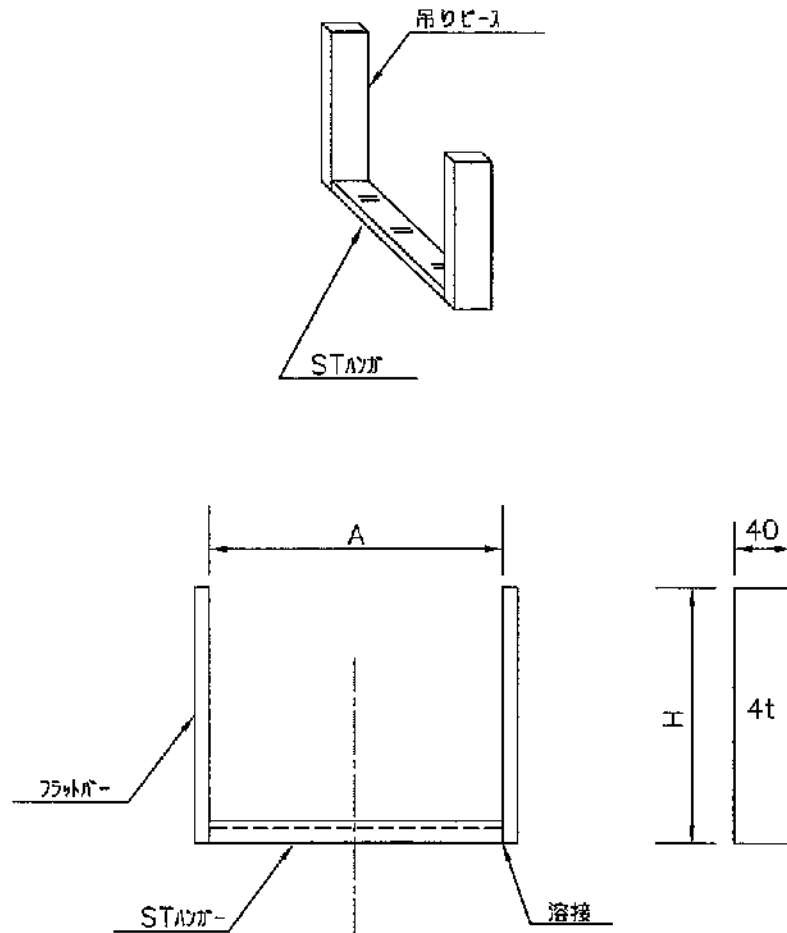
呼 称	材 料			質 量	備 考
	STハンガ	ラナーバー	吊りビス		
PWA	150	150	φ12×2t ALパイ	ALフック部 (30×4t) H=300以下	
	200	200			
	250	250			
	300	300			
	350	350			
	400	400			
	450	450			
	500	500			

組立電路 (PWB型)



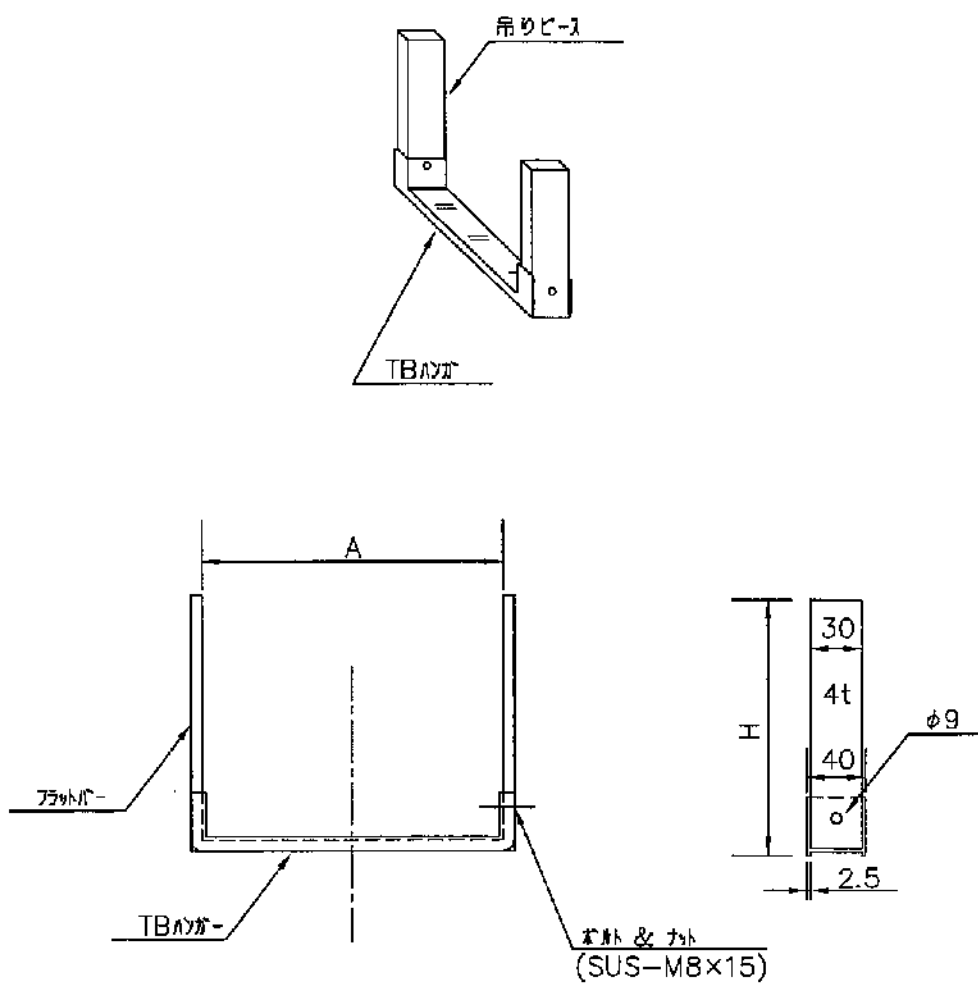
呼称	材 料			質 量	備 考
	STハンガ	コーナー	吊りビス		
PWB	150	150	φ12×2t ALパイプ	ALアルミ (30×30×3t) H=300以上	
	200	200			
	250	250			
	300	300			
	350	350			
	400	400			
	450	450			
	500	500			

バラ電路（STハンガ）



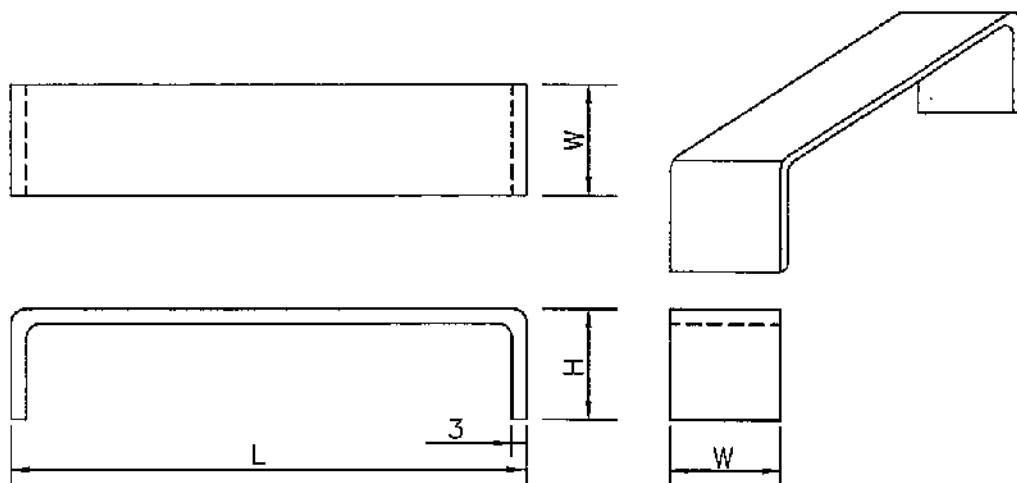
呼称	材 料		質 量	備 考
	STハンガ	吊りビーム		
STB	150	150	ALフラットバー- (30×4t)	
	200	200		
	250	250		
	300	300		
	350	350		
	400	400		
	450	450		
	500	500		

バラ電路 (TBハンガ)



呼称	材 料		質 量	備 考
	STハンガ	吊りビス		
TBB	150	150	ALアルミハンガ (30×4t)	
	200	200		
	250	250		
	300	300		
	350	350		
	400	400		
	450	450		
	500	500		

支 電 路 (F E 型)



	アルミ製
(1)材料	アルミ合金 A5052P-O
(2)塗装	ジクロロメート

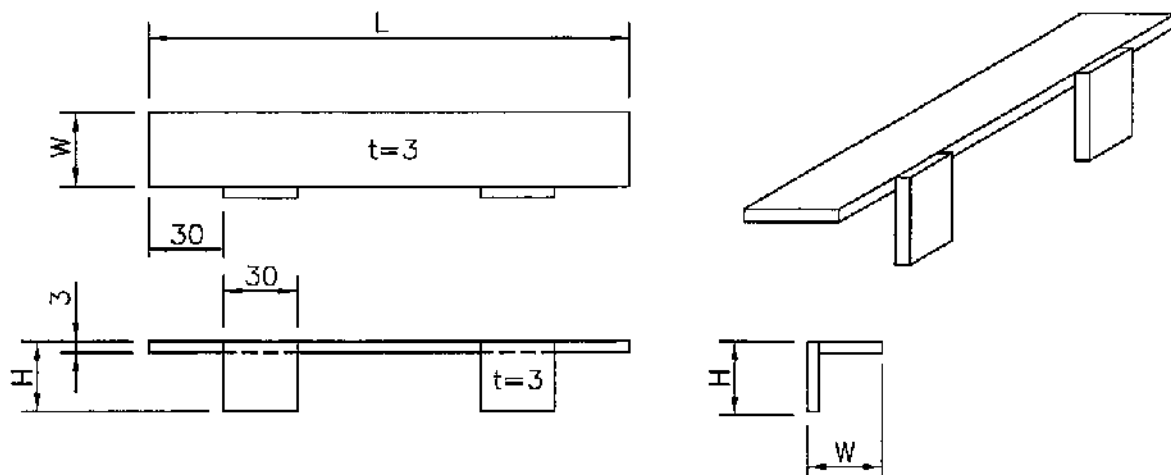
呼称例
FE3-30

名 称	寸 法			質 量	備 考
	W	L	H		
FE3-30	30	700以下	30		
FE3-50	50				
FE3-65	65				
FE3-80	80				

名 称	寸 法			質 量	備 考
	W	L	H		
FE5-30	30	700以下	50		
FE5-50	50				
FE5-65	65				
FE5-80	80				

名 称	寸 法			質 量	備 考
	W	L	H		
FE6-30	30	700以下	65		
FE6-50	50				
FE6-65	65				
FE6-80	80				

支 電 路 (F F 型)



呼称例
FF3-30

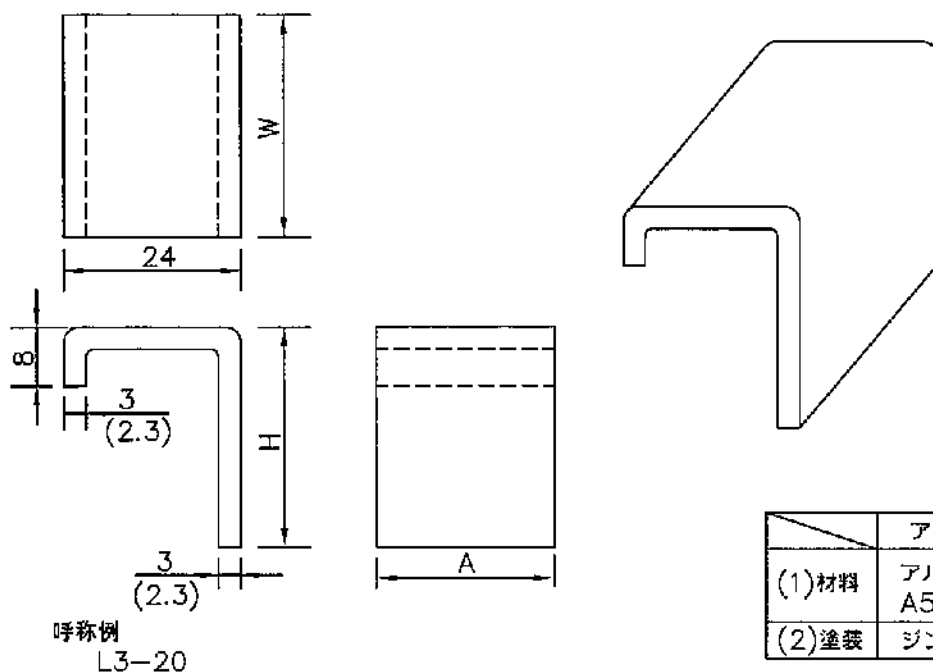
	アルミ製
(1)材料	アルミ合金 A5052P-0
(2)塗装	ジंकロメート

名 称	寸 法			質 量	備 考
	W	L	H		
FF3-30	30	700以下	30		
FF3-50	50				
FF3-65	65				
FF3-80	80				

名 称	寸 法			質 量	備 考
	W	L	H		
FF5-30	30	700以下	50		
FF5-50	50				
FF5-65	65				
FF5-80	80				

名 称	寸 法			質 量	備 考
	W	L	H		
FF6-30	30	700以下	65		
FF6-50	50				
FF6-65	65				
FF6-80	80				

支 電 路 (L 型)

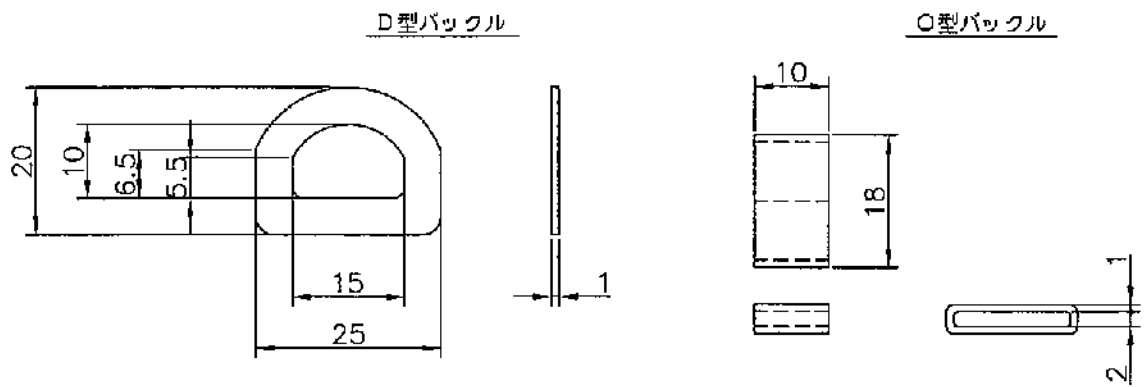


名 称	寸 法			質 量	備 考
	W	H	A		
L3-20	20	30	20		
L3-30	30		30		
L3-40	40		40		
L3-50	50		50		
L3-75	75		75		
L3-100	100		100		
L3-125	125		125		

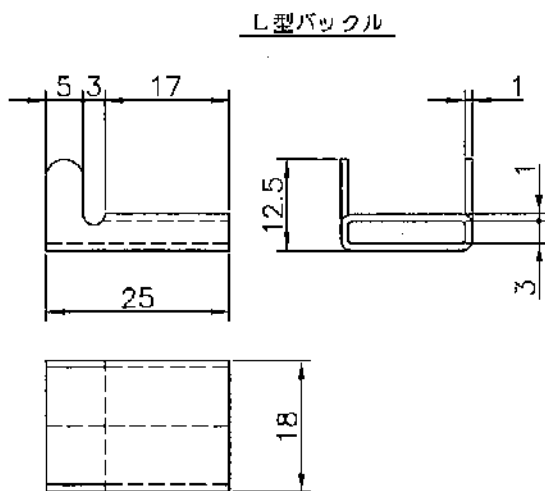
名 称	寸 法			質 量	備 考
	W	H	A		
L6-20	20	65	20		
L6-30	30		30		
L6-40	40		40		
L6-50	50		50		
L6-75	75		75		
L6-100	100		100		
L6-125	125		125		

接地施工要領

バンドバックル



(支電路に適用)

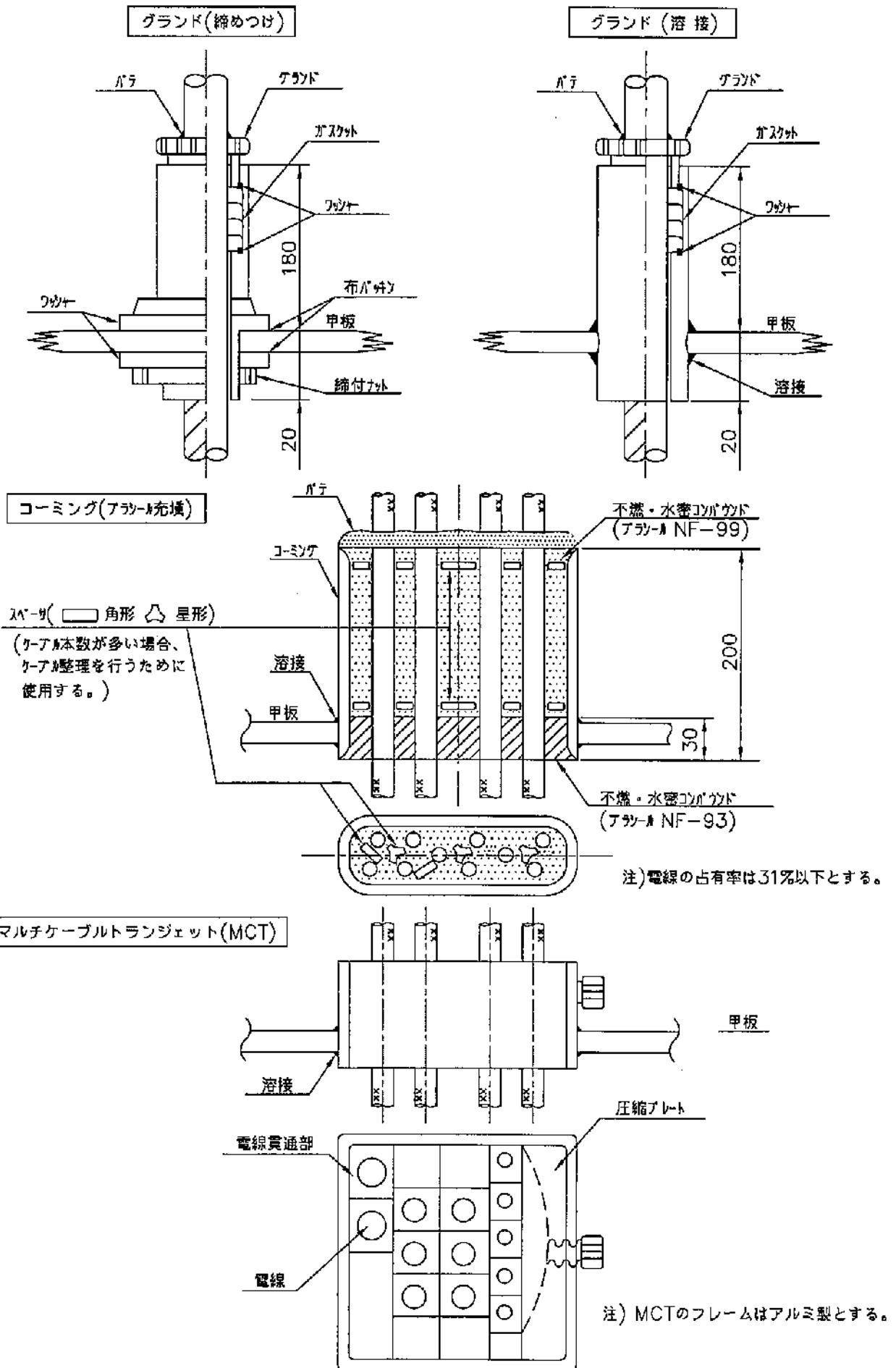


(主電路に適用)

呼び寸法	バックル名称	材質
BUS-1	D型バックル	SUS (JIS)
BUS-2	O型バックル	
BUS-3	L型バックル	

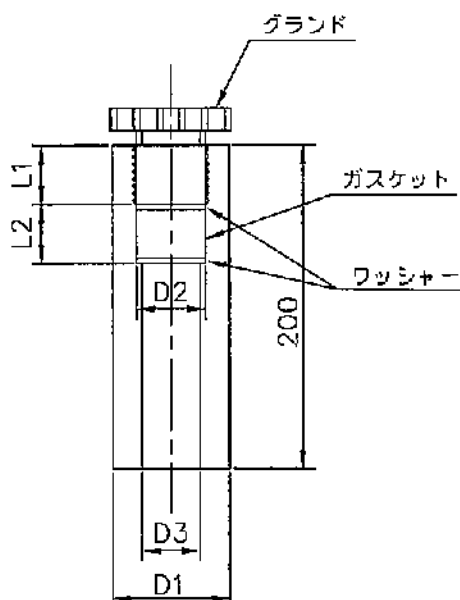
1. 材質 : 上表による
2. 表示 : 呼び寸法で表示

防水貫通要領図(甲板)



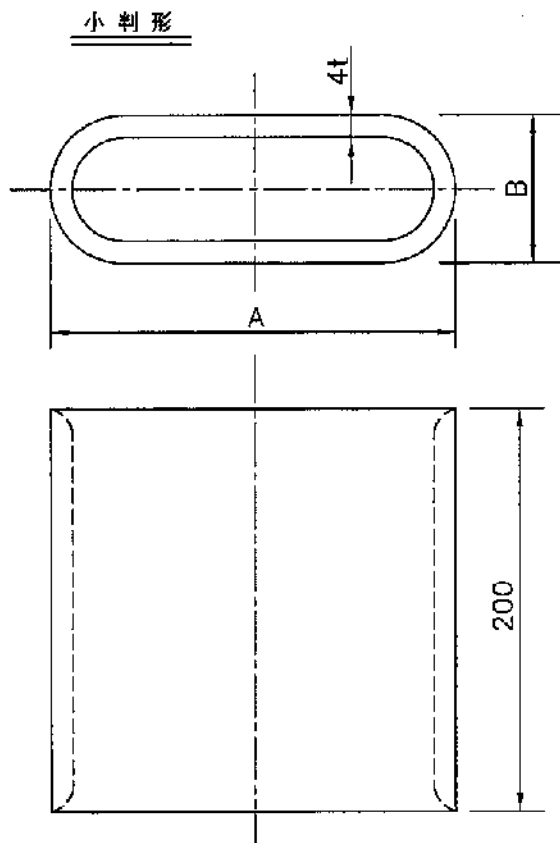
接地施工要領

グラウンド（甲板）



	管用平行ネジ		穴 径			長 さ	
	呼び	ネジ径	D1	D2	D3	L1	L2
GD10	PF3/8	16.662	20.0	14.8	10.0	14	25
GD15	PF1/2	20.955	27.2	18.2	14.3	16	30
GD20	PF3/4	26.441	34.0	24.0	20.4	17	30
GD25	PF1	33.249	38.1	31.1	25.0	19	35
GD30	PF1 1/4	41.910	48.6	38.6	33.4	20	35
GD35	PF1 1/2	47.803	57.0	45.0	38.4	21	40
GD40	PF1 1/2	47.803	57.0	45.0	38.4	21	40
GD45	PF2	59.614	70.0	55.8	50.7	24	45
GD50	PF2	59.614	70.0	55.8	50.7	24	45
GD55	PF2 1/2	75.184	82.6	72.6	65.9	29	50
GD60	PF2 1/2	75.184	82.6	72.6	65.9	29	50

小判形コーミング（甲板）



	アルミ製
(1)材料	アルミ合金 (A5052)
(2)塗装	ジンクロメート

記号	A	B	備考
CD-80×50	80	50	
CD-100×50	100	50	
CD-100×70	100	70	
CD-150×70	150	70	
CD-200×70	200	70	
CD-200×100	200	100	

コーミングの全周溶接が困難な場合

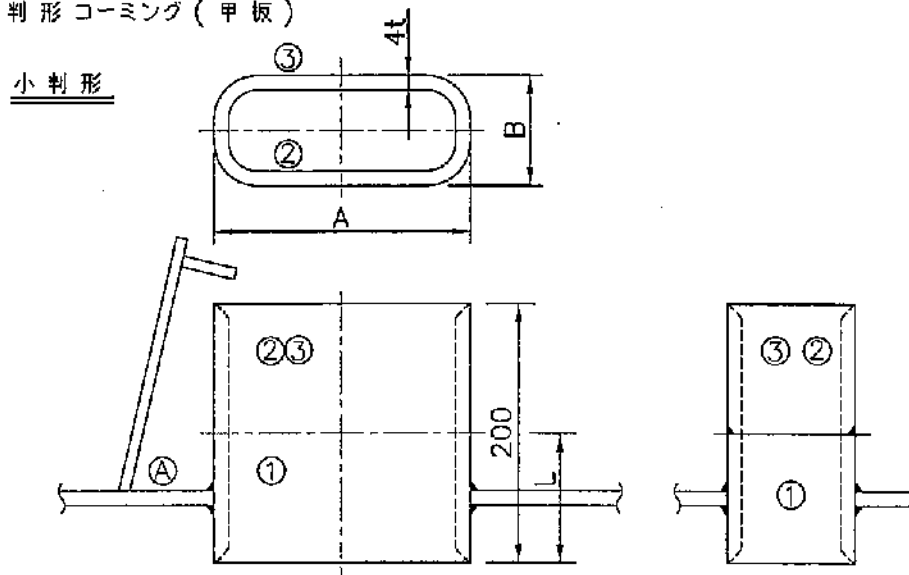
コーミングに取付位置が外板構等であり、全周溶接が困難な場合は次の要領でコーミングの取付けを行う。

手順

1. コーミングを適切な大きさに3分割する。図中の①、②、③参照。
長さLは、甲板面(溶接面)に全周溶接が可能な長さ。また、②、③は残りを縦方向に2分割。
2. ①を甲板面(溶接面)に全周溶接する。
3. ②を①に溶接する。(コーミングの内面の溶接)
4. ③を①と②に溶接する。(コーミング外からの溶接)

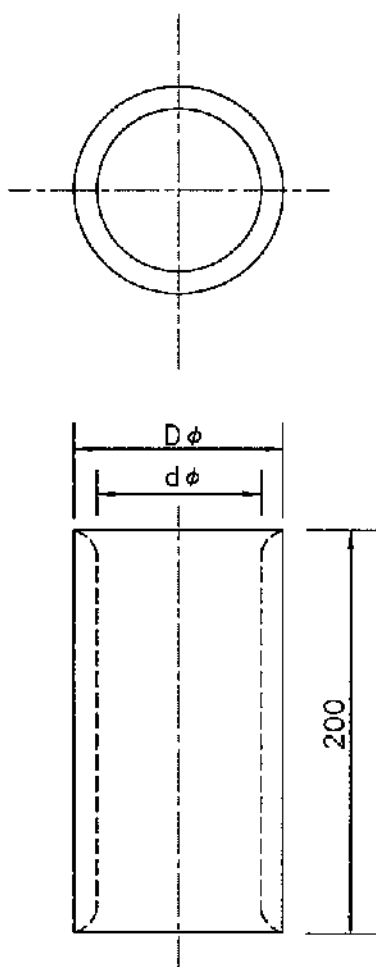
コーミングの分割は、取付場所の状況により適切な方向に分割する。

付図 小判形コーミング（甲板）



丸型コーミング (甲板)

丸型

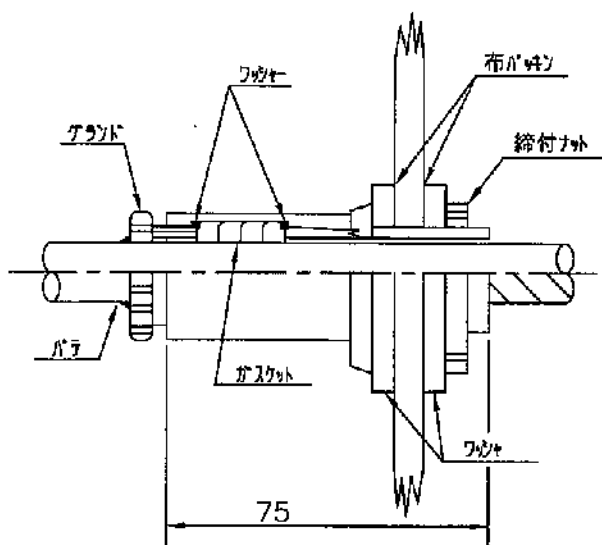


	アルミ製
(1)材料	アルミ合金 (A5052)
(2)塗装	ジクロロメート

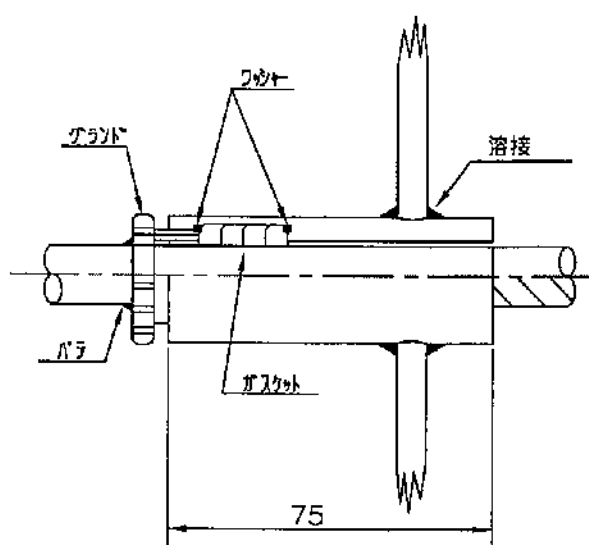
記号	アルミ製		備考
	D	d	
CD-20	20	16	
CD-30	30	25	
CD-40	40	35	
CD-50	50	45	
CD-65	65	59	

防水貫通要領図(隔壁)

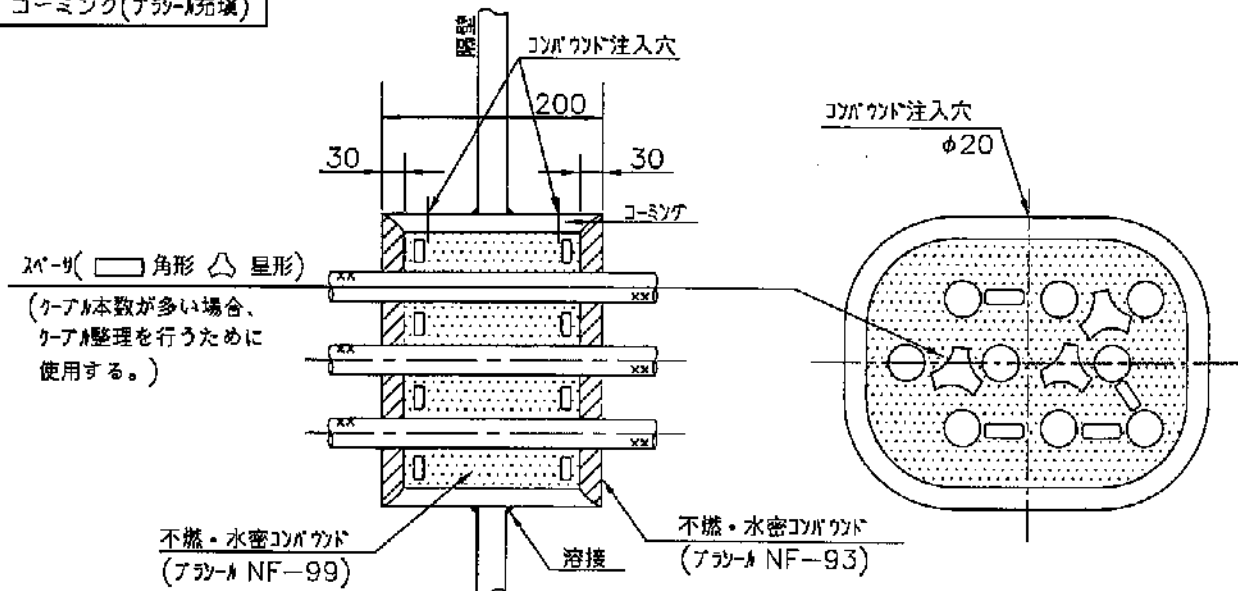
グラウンド(締めつけ)



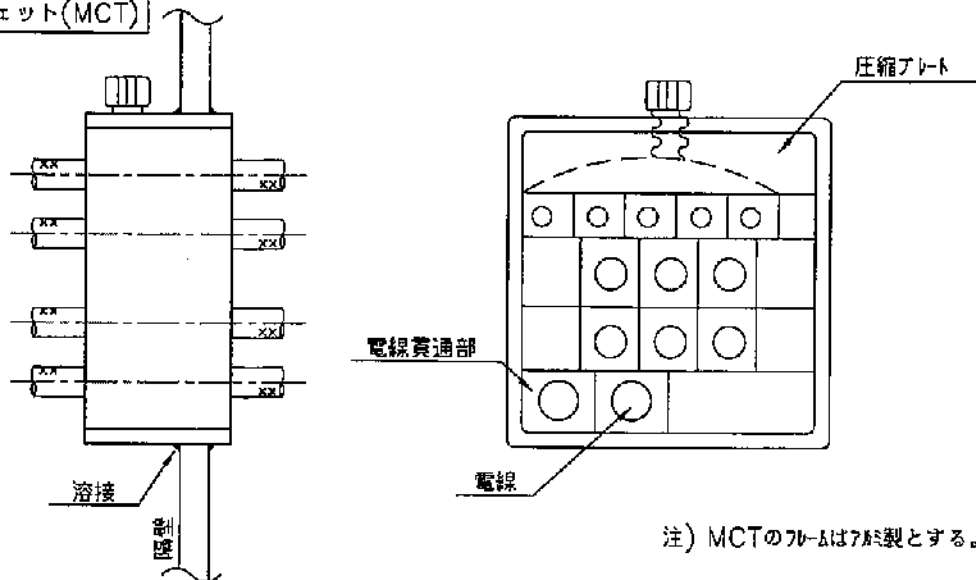
グラウンド(溶接)



コーミング(アラック充填)

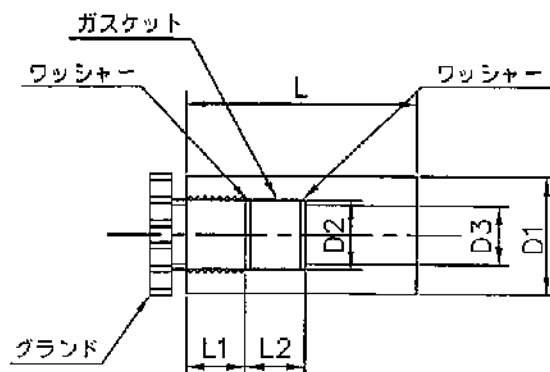


マルチケーブルトランジェット(MCT)



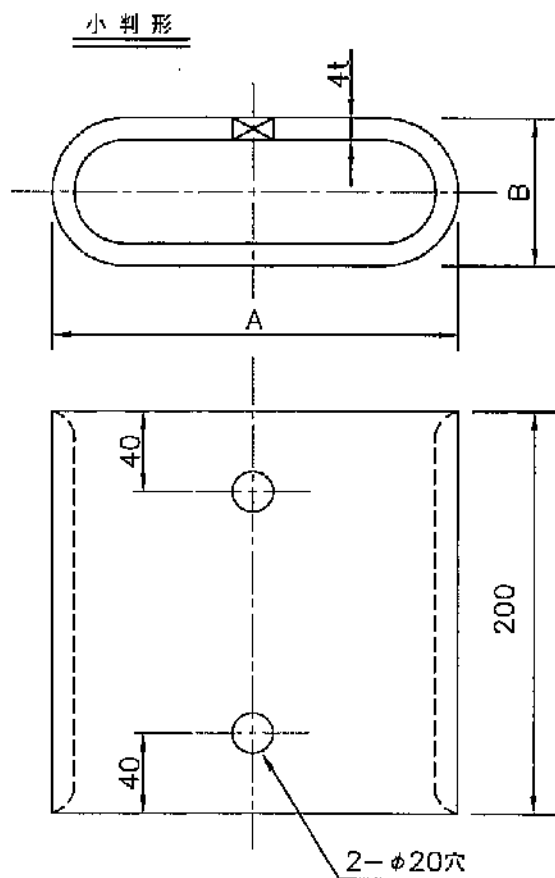
接地施工要領

グラウンド（隔壁）



	管用平行ネジ		穴 径			長 さ		
	呼び	ネジ径	D1	D2	D3	L1	L2	L
GB10	PF3/8	16.662	20.0	14.8	10.0	14	25	75
GB15	PF1/2	20.955	27.2	18.2	14.3	16	30	75
GB20	PF3/4	26.441	34.0	24.0	20.4	17	30	75
GB25	PF1	33.249	38.1	31.1	25.0	19	35	75
GB30	PF1 ¹ / ₄	41.910	48.6	38.6	33.4	20	35	75
GB35	PF1 ¹ / ₂	47.803	57.0	45.0	38.4	21	40	75
GB40	PF1 ¹ / ₂	47.803	57.0	45.0	38.4	21	40	75
GB45	PF2	59.614	70.0	55.8	50.7	24	45	100
GB50	PF2	59.614	70.0	55.8	50.7	24	45	100
GB55	PF2 ¹ / ₂	75.184	82.6	72.6	65.9	29	50	100
GB60	PF2 ¹ / ₂	75.184	82.6	72.6	65.9	29	50	100

小判形コーミング（隔壁）

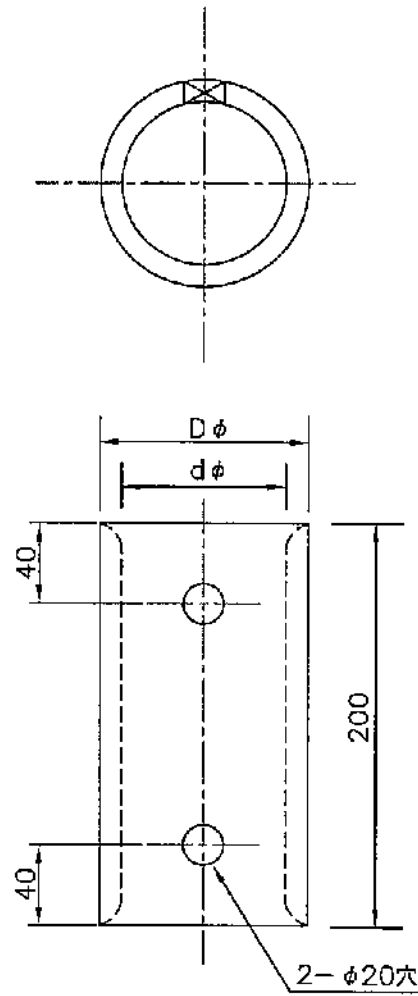


	アルミ製
(1)材料	アルミ合金 (A5052)
(2)塗装	ジクロロメート

記号	A	B	備考
CB-80×50	80	50	
CB-100×50	100	50	
CB-100×70	100	70	
CB-150×70	150	70	
CB-200×70	200	70	
CB-200×100	200	100	

丸型コーミング (隔壁)

丸型



	アルミ製
(1)材料	アルミ合金 (A5052)
(2)塗装	ジクロロメート

記号	アルミ製		備考
	D	d	
CB-20	20	16	
CB-30	30	25	
CB-40	40	35	
CB-50	50	45	
CB-65	65	59	

防火仕切り貫通要領図

仕切り(甲板及び隔壁)の貫通部はJG検査心得によるものとする。
 詳細の方法は下記による。(JG検査心得より抜粋)

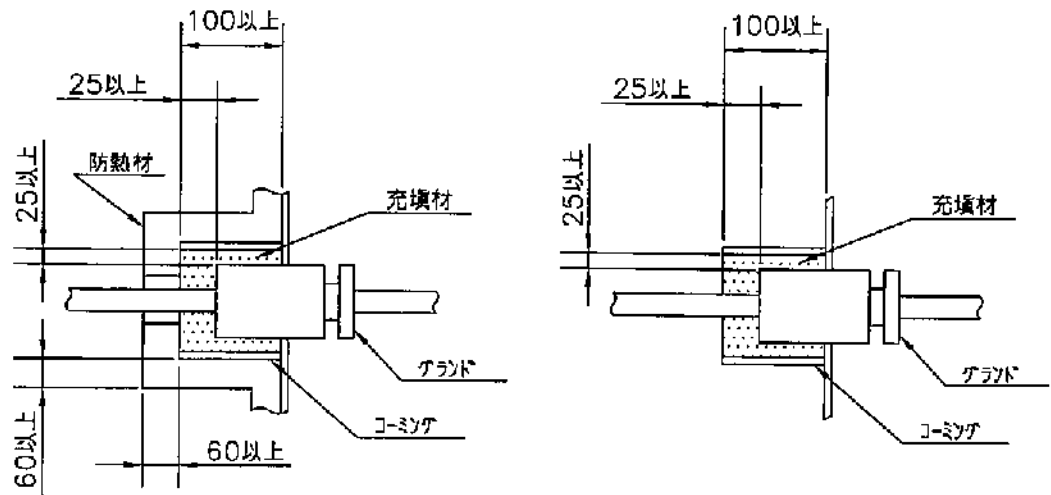
(1) A級仕切りの貫通部

JIS-F-8051「A級防火仕切り電線貫通部設計基準」に示されたグラウンドを用いる方法により施工する。

グラウンド、コーミング及びパテ状充填材

単位 mm

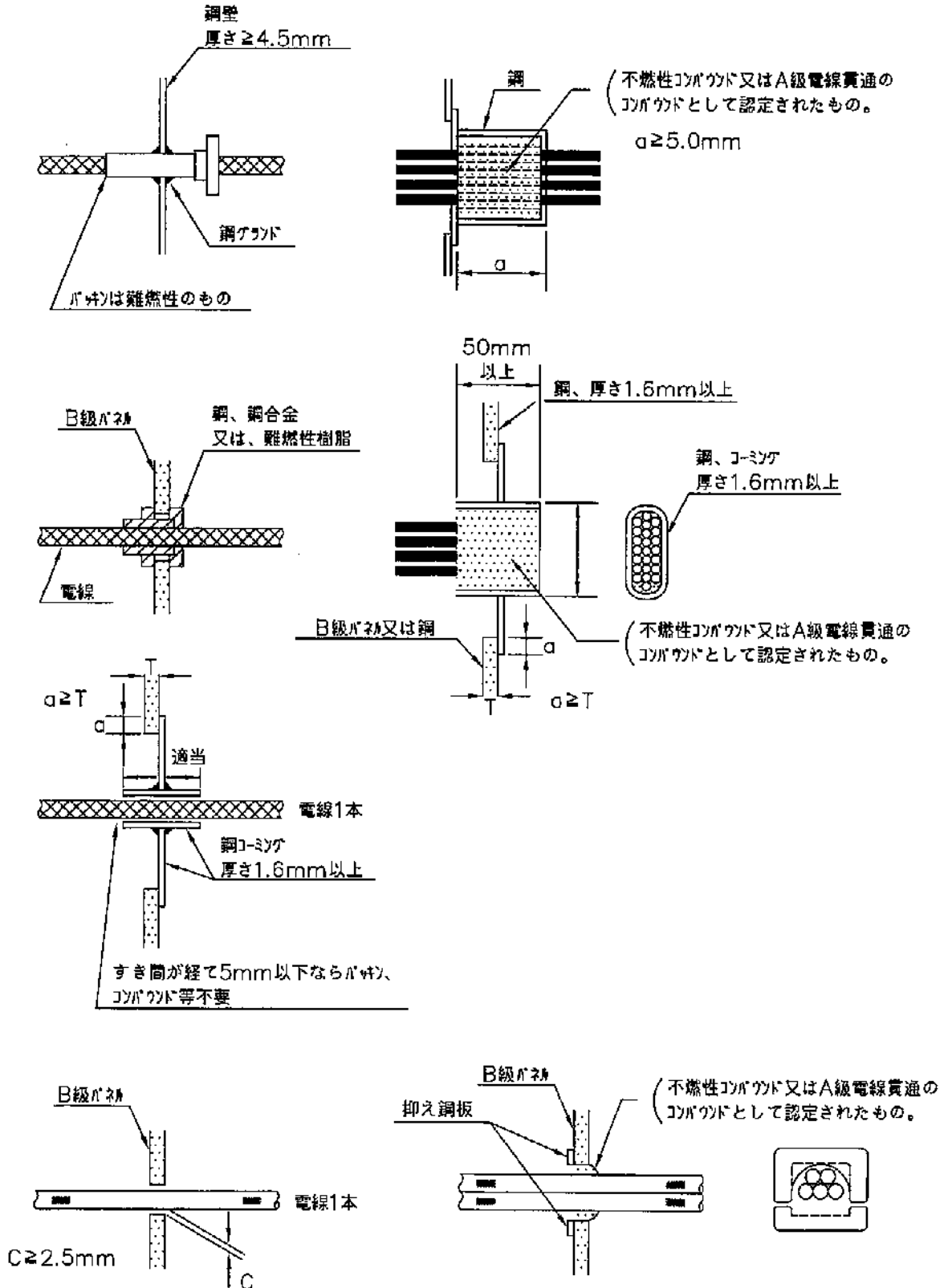
A-60級(A-15級、A-30級を含む)



備考 充填材は、A級電線貫通部で使用を承認されたものとする。

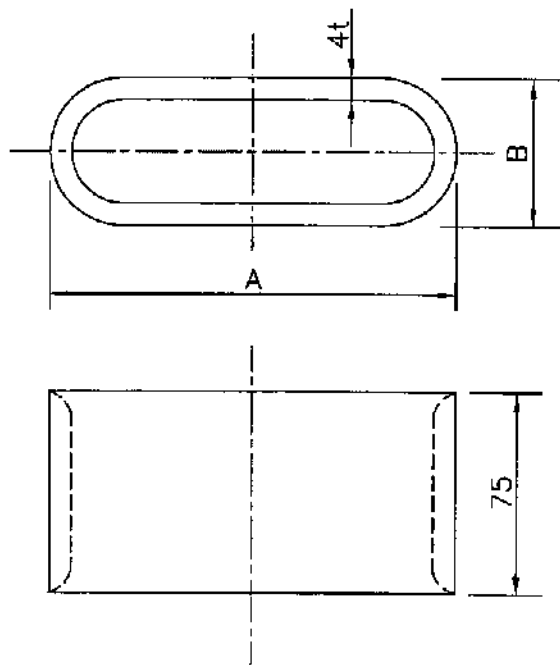
防火仕切り貫通要領図

(2) B級仕切りの貫通部



小判形コーミング（隔壁）

小判形

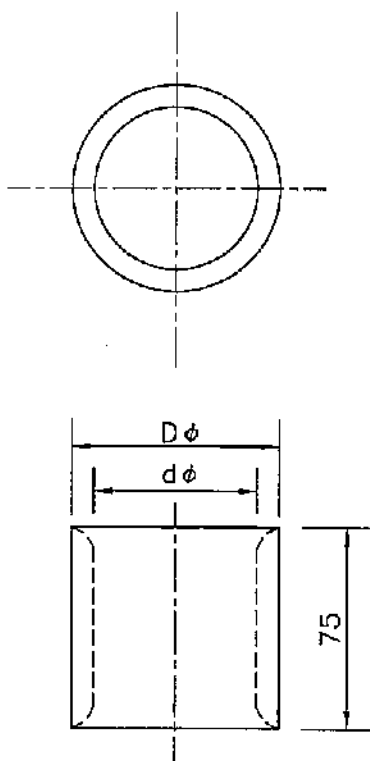


	アルミ製
(1)材料	アルミ合金 (A5052)
(2)塗装	ジंकロメート

記号	A	B	備考
FCB-80×50	80	50	
FCB-100×50	100	50	
FCB-100×70	100	70	
FCB-150×70	150	70	
FCB-200×70	200	70	
FCB-200×70	200	70	
FCB-300×70	300	70	

丸型コーミング（隔壁）

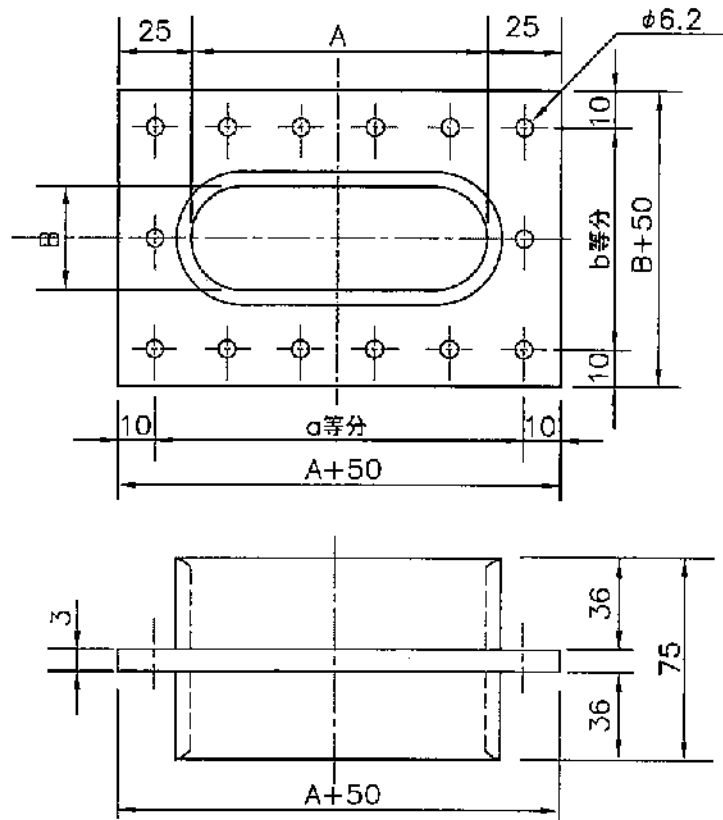
丸型



	アルミ製
(1)材料	アルミ合金 (A5052)
(2)塗装	ジクロロメート

記号	アルミ製		備考
	D	d	
FCB-20	20	16	
FCB-30	30	25	
FCB-40	40	35	
FCB-50	50	45	
FCB-65	65	59	

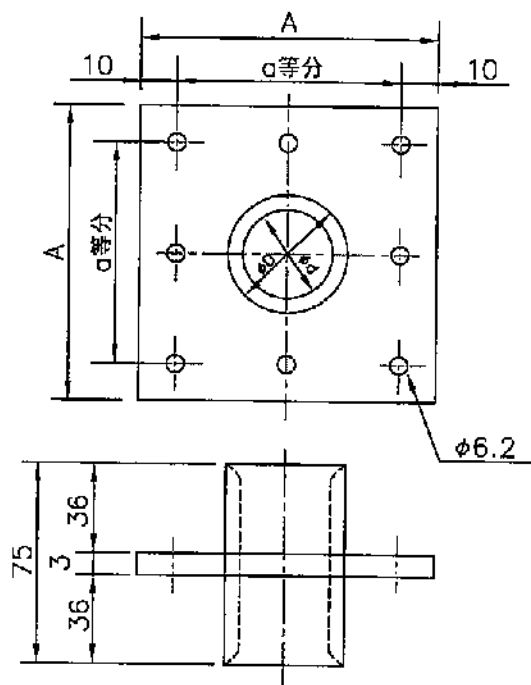
フランジ角形コーミング(隔壁)



	アルミ製
(1)材料	アルミ合金 (A5052)
(2)塗装	ジクロロメート

記号	A	B	a	b	取付穴数	備考
FCBF-80×50	80	50	2	2	8	
FCBF-100×50	100	50	3	2	10	
FCBF-100×70	100	70	3	2	10	
FCBF-150×70	150	70	3	2	10	
FCBF-200×70	200	70	4	2	12	
FCBF-250×70	250	70	5	2	14	
FCBF-300×70	300	70	6	2	16	

フランジ丸形コーミング(隔壁)

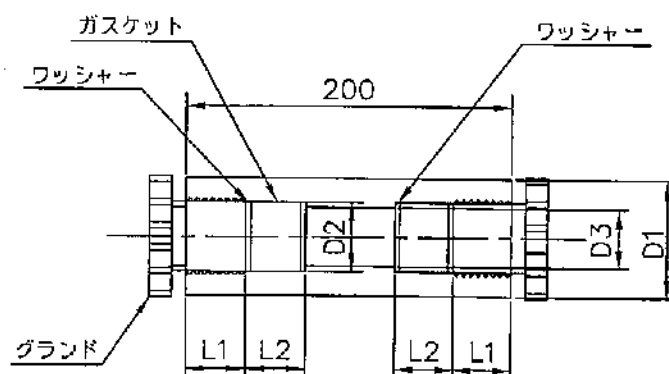


	アルミ製
(1)材料	アルミ合金 (A5052)
(2)塗装	ジंकロメート

記号	D	d	A	a	取付穴数	備考
FCBF-20	20	16	80	2	8	
FCBF-30	30	25	80	2	8	
FCBF-40	40	35	85	2	8	
FCBF-50	50	45	95	2	8	
FCBF-65	65	59	110	2	8	

接地施工要領

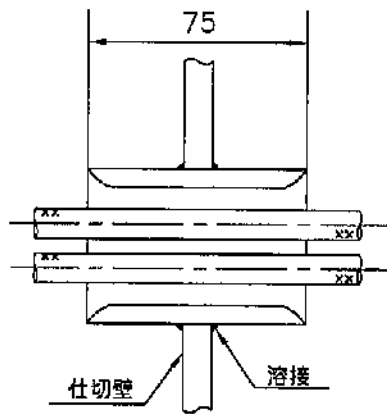
両端グランド



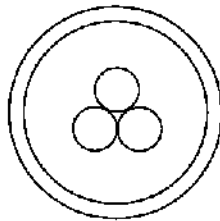
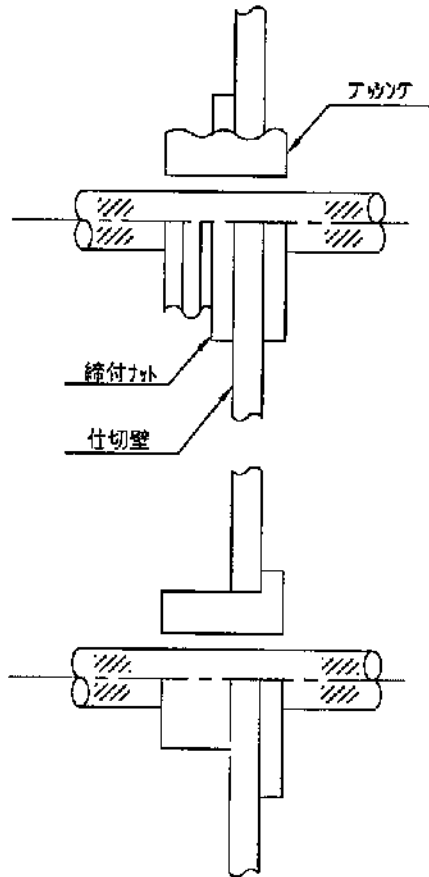
	管用平行ネジ		穴 径			長 さ	
	呼び	ネジ径	D1	D2	D3	L1	L2
GG10	PF3/8	16.662	20.0	14.8	10.0	14	25
GG15	PF1/2	20.955	27.2	18.2	14.3	16	30
GG20	PF3/4	26.441	34.0	24.0	20.4	17	30
GG25	PF1	33.249	38.1	31.1	25.0	19	35
GG30	PF1 ¹ / ₄	41.910	48.6	38.6	33.4	20	35
GG35	PF1 ¹ / ₂	47.803	57.0	45.0	38.4	21	40
GG40	PF1 ¹ / ₂	47.803	57.0	45.0	38.4	21	40
GG45	PF2	59.614	70.0	55.8	50.7	24	45
GG50	PF2	59.614	70.0	55.8	50.7	24	45
GG55	PF2 ¹ / ₂	75.184	82.6	72.6	65.9	29	50
GG60	PF2 ¹ / ₂	75.184	82.6	72.6	65.9	29	50

非防水貫通要領図(甲板・隔壁)

非防水コーミング

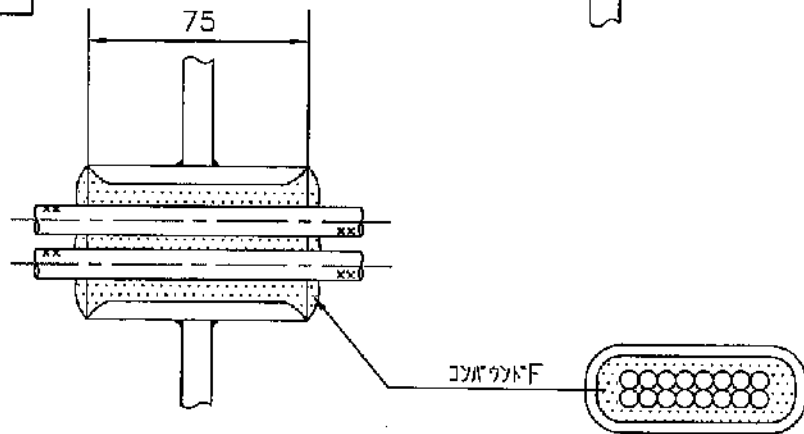


非防水ブッシング



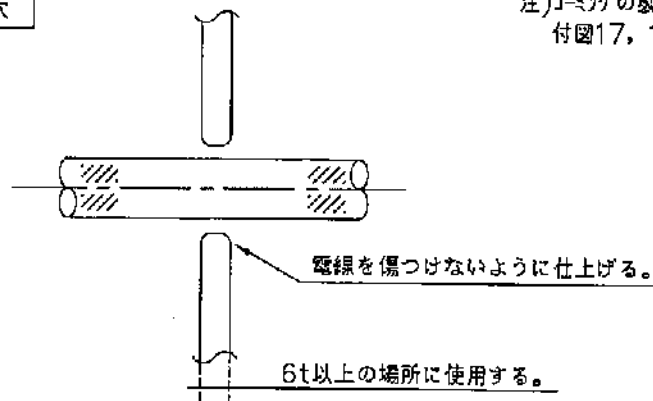
注)コーミングの製作要領は、付図17, 18による。

非防水コーミング



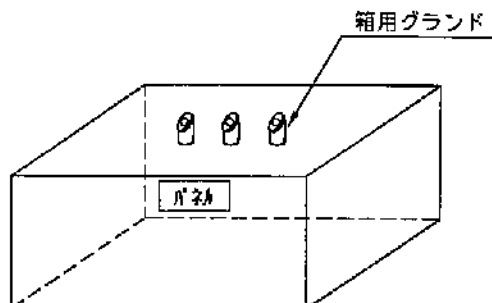
注)コーミングの製作要領は、付図17, 18による。

丸穴



機器類への電線導入

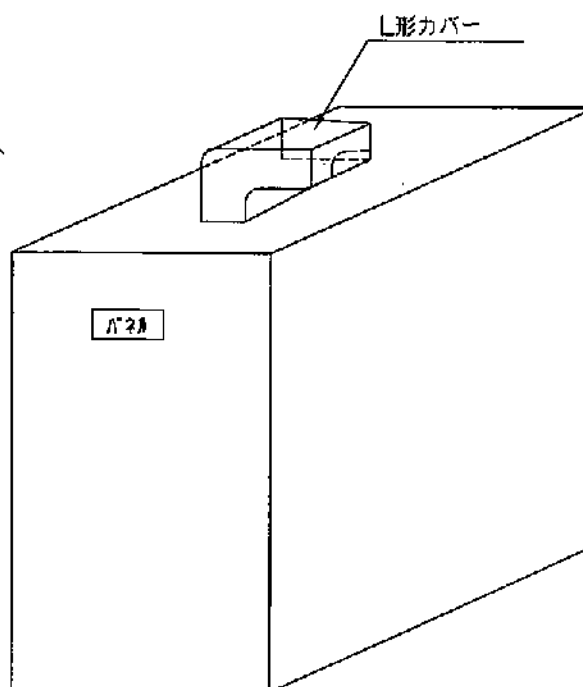
機器上部からの電線導入(グラウンド)



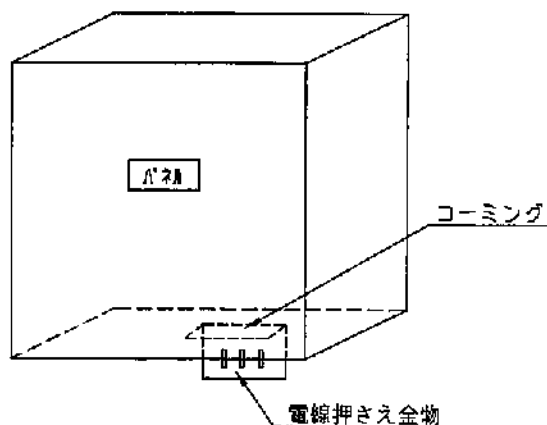
機器上部からの電線導入(コーミング)

注意事項

パネル上部に配線スペースがない場合には、左図に示すようなL形カバーをパネル上部に設置して、電線導入を行う。この場合には、水漏がパネル内に侵入しないよう考慮する。(パテ詰め等)



機器下部からの電線導入(コーミング)



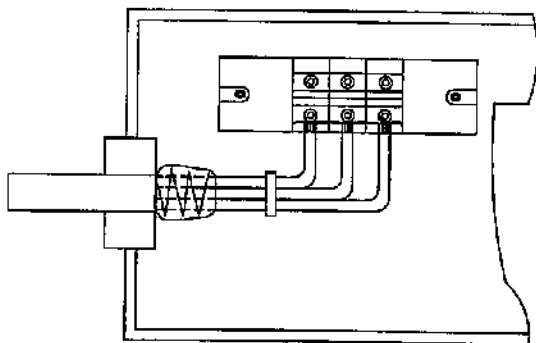
端子接続要領図

端子接続要領

一般

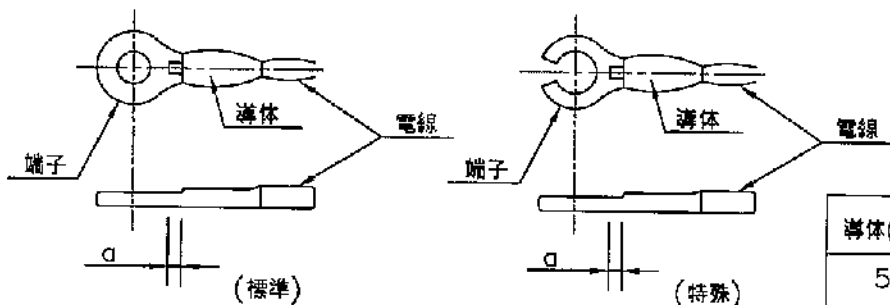
端子寸法はケーブル導體サイズに対して、適合したものであること。

心線数(3C)接続要領



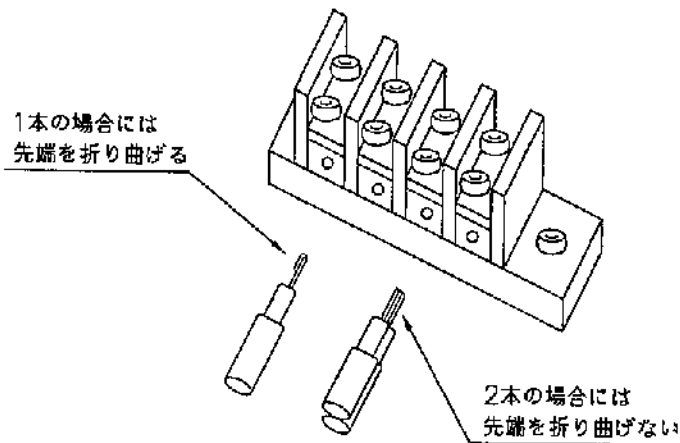
心線数(2C)の接続方法は上図(3C)の方法に準じて施工する。

a) 圧着端子



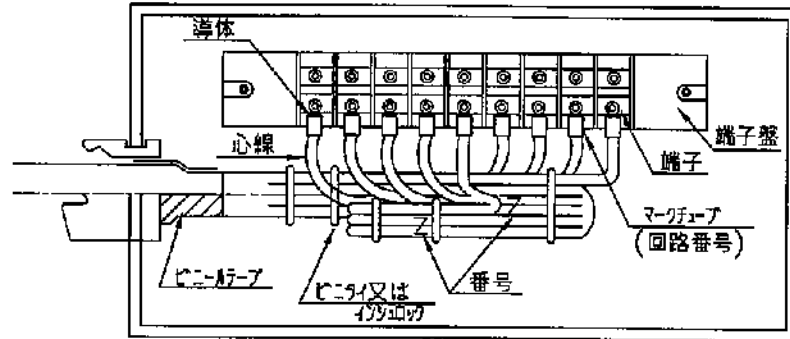
導體 (mm ²)	a 距離 (mm)
5.5以下	1~2
8~50	2~3
60以上	5

b) 突込み式端子

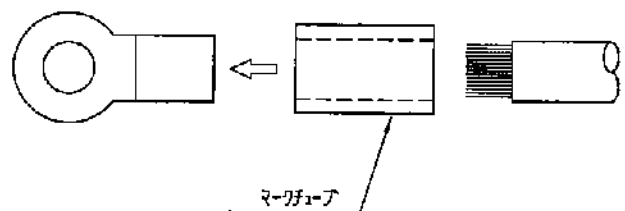
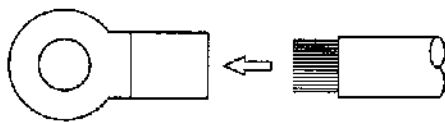
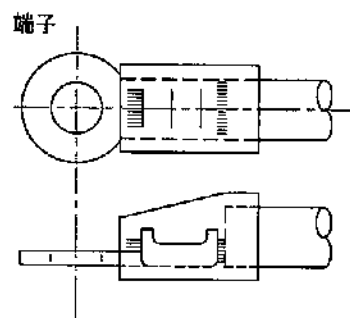
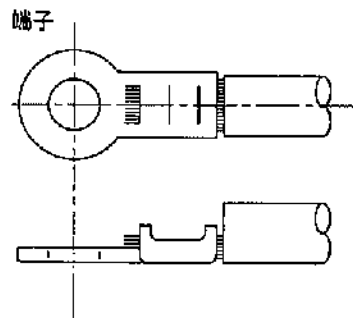


多心線接続要領図

多心線接続要領



心線は予備線も含めてすべて一番遠くの端子に届く長さで切断し、束ねる。
心線には出来るだけ見やすい場所に、回路番号を付ける。



電線の心線識別と接続順位

(1) 心線識別の種類

心線識別の種類	該当電線			備考
色識別	DPYC-○ DPNP-○	TPYC-○ TPNP-○	FPNP-○	
番号識別	MPYC-○ TTYC-1T	TTYC-1Q		
色&番号識別	TTYC-○			

(2) 心線接続順位

(a) 電源回路

電線識別	極性	(+) R	(-) S	T	(E) N	SPARE	備考
DPYC-○ DPNP-○		W	B				単相又は直流
TPYC-○ TPNP-○		W	B			R	単相又は直流回路に3心線を使用した場合
" "		W	B		R		直流:3線式 2相3線式
" "		R	W	B			3相
FPNP-○		R	W	B		G	3相回路に4心線を使用した場合
" "		R	W	B	G		3相4線式

(b) 制御回路

電線識別	心線順位	1	2	3	4	5	6	7	8	9	備考
DPYC-○ DPNP-○		W	B								
TPYC-○ TPNP-○		R	W	B							3心使用の場合
" "		W	B								2心使用の場合 注:RはSPARE
FPNP-○		R	W	B	G						
MPYC-○		1	2	3	4	5	6	7	8	9	心線番号順
TTYC-○		R1	B1	R2	B2	R3	B3	R4	B4		赤、黒と心線番号の順
TTYC-1T		1	2	3							心線番号順
TTYC-1Q		1	2	3	4						心線番号順

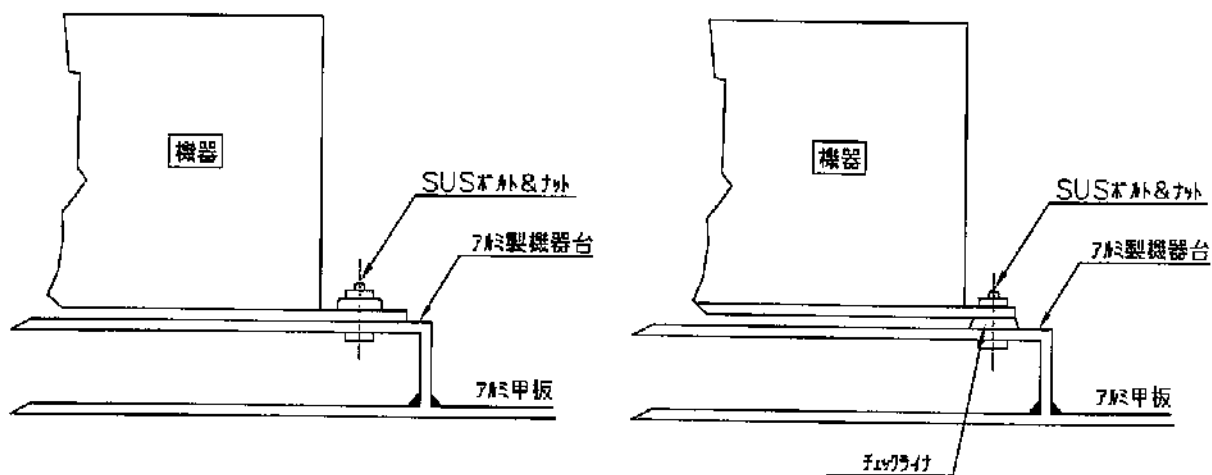
注) 表中の B:黒、W:白、R:赤、G:緑 を示す

接地施工要領（自然接地）

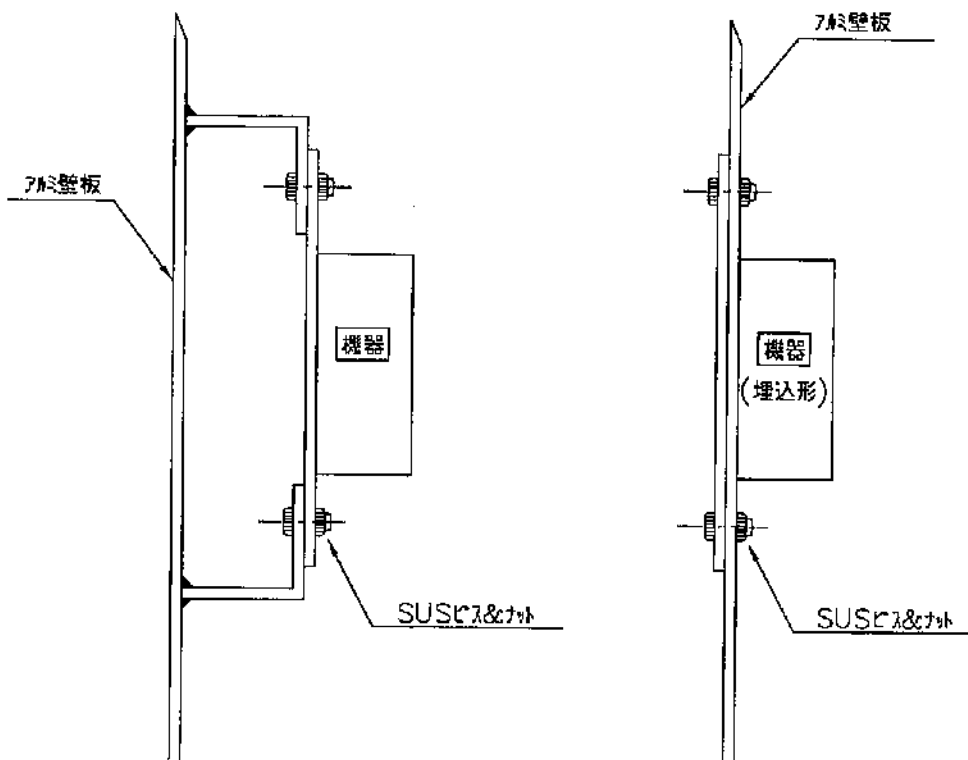
電気機器の接地要領図

自然接地方式による機器の接地

床置形機器の場合



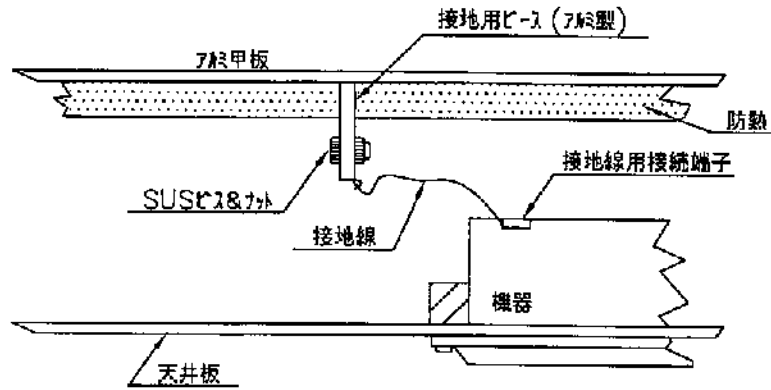
壁付形機器の場合



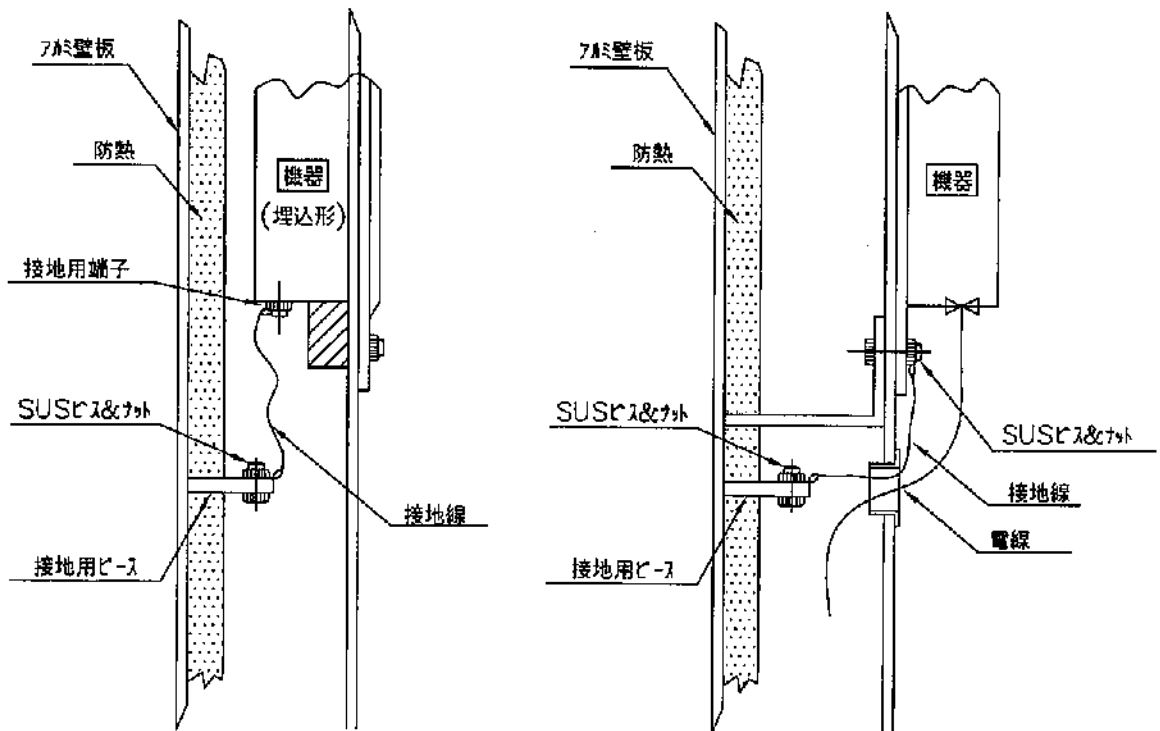
接地施工要領（接地線による接地）

接地線による接地

天井板(木板、合成樹脂板)に取り付ける機器の場合



壁板に取り付ける機器の場合

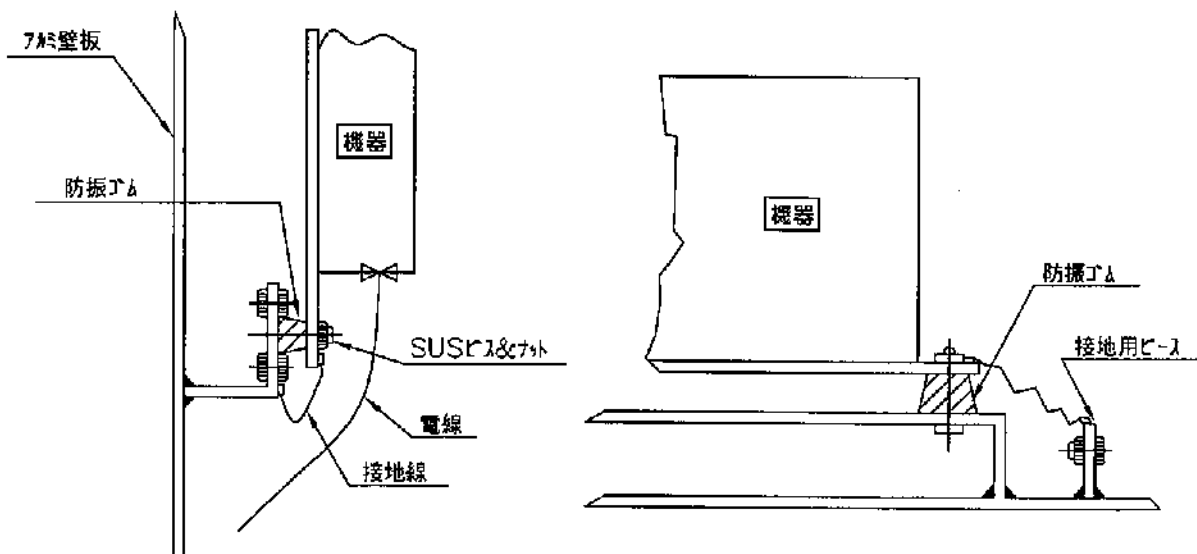


接地施工要領

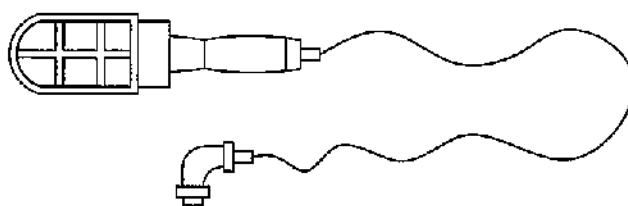
防振ゴム取付機器及び移動用機器の接地

防振ゴム使用の壁取付機器

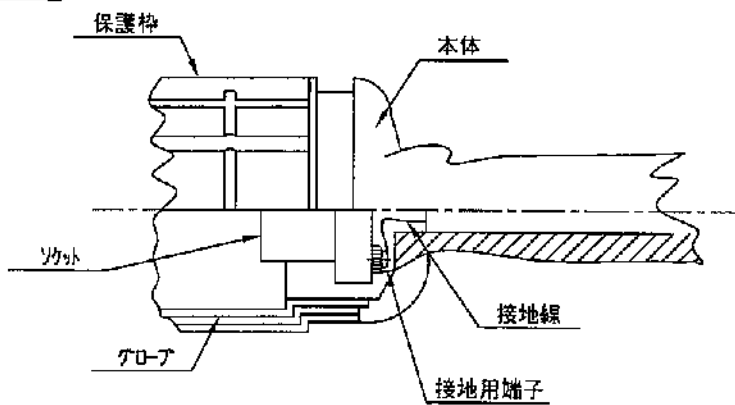
防振ゴム使用の床置き取付機器



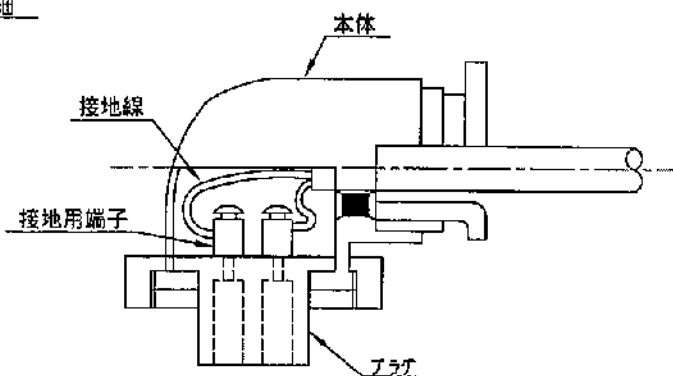
移動機器の接地



灯具接地詳細

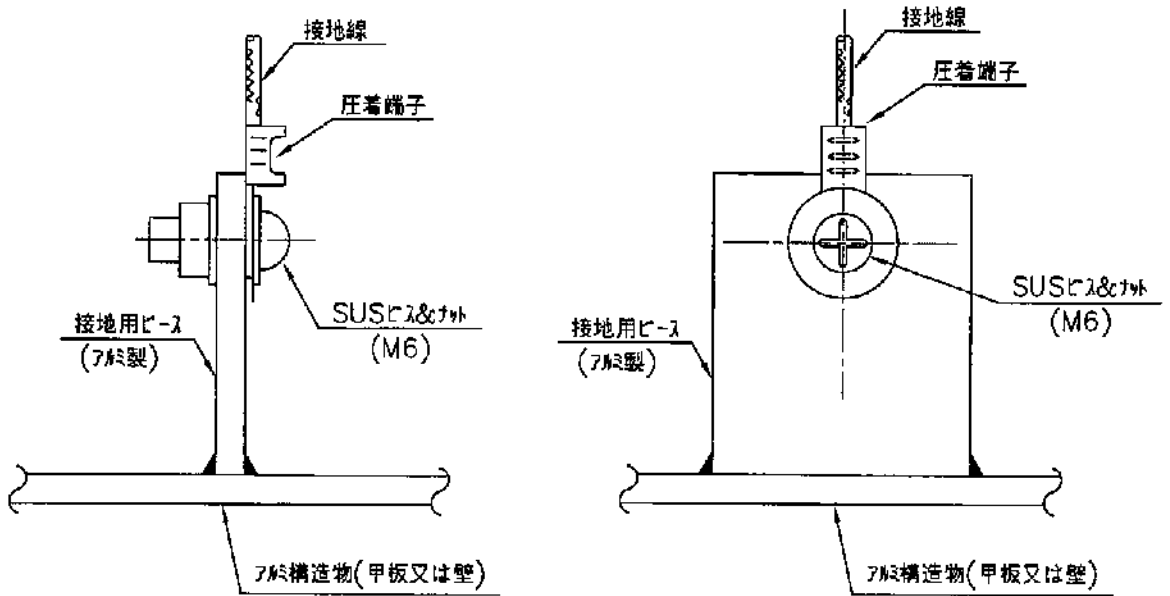


プラグ接地詳細



接地施工要領(接地用船体ピースへの接続)

船体構造物への接地線への接続の詳細



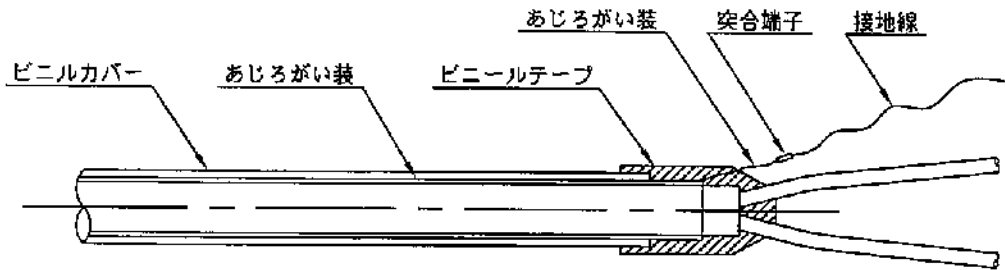
接地線と接地金物の適合表

接地線断面積	ビス・ボルト&ナット			
	M6	M8	M10	M12
2mm ²	○	○	○	○
5.5mm ²	○	○	○	○
14mm ²	○	○	○	○
22mm ²		○	○	○
22mm ² ×2本		○	○	○
22mm ² ×3本			○	○

接地施工要領

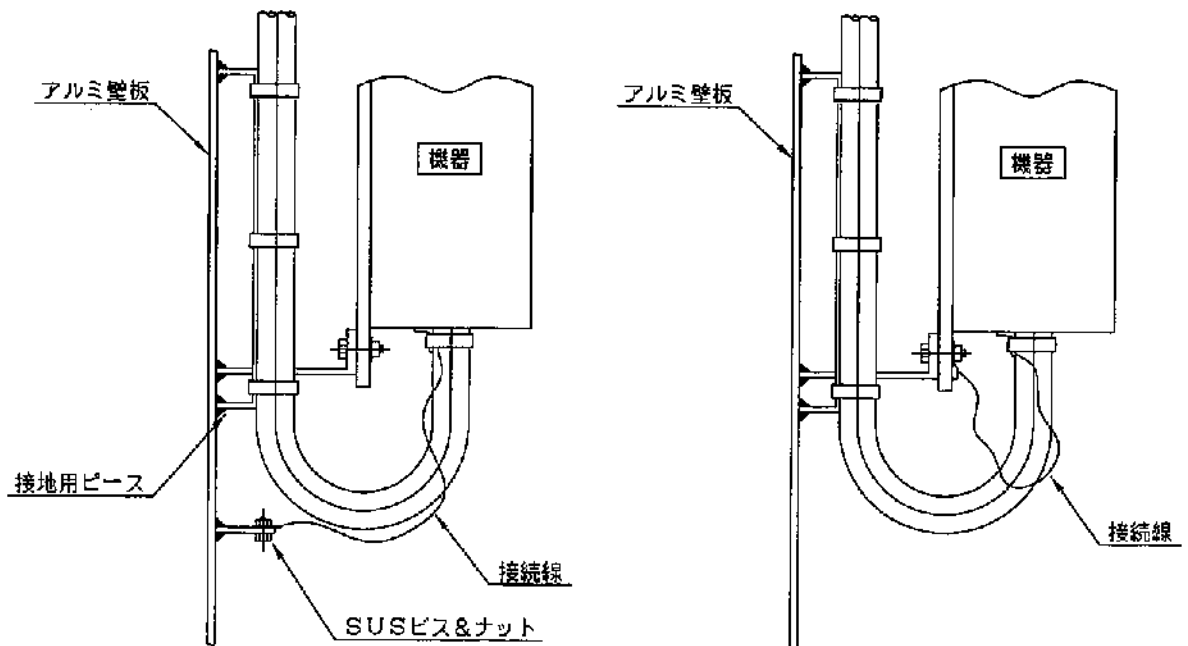
接地施工要領（電線の金属被覆の接地）

電線の金属波日被履と接地線の接続



電線の接地はビニルカバー付きの電線だけについて施工する。
 あじろがい装のケーブルは電路金物を通じて船体へ接地されているので、上記のような工事は施工しない。

接地線の接地要領



第4 FRP船

FRPの概要

FRPとは、Fiber Reinforced Plastics の略で、Fiber=繊維、Reinforced=強化された、Plastics=プラスチックのことで、繊維と樹脂を用いてプラスチックを補強することによって、強度を著しく向上し、宇宙・航空産業をはじめバイク、自動車、鉄道、建設産業、医療分野等さまざまな分野で用いられている。

FRPは使用する繊維の違いによって、CFRP（炭素繊維）、GFRP（ガラス繊維）、KFRP（ケブラー繊維）と呼ばれている。

樹脂の素材は、不飽和ポリエステルが一般的であるが、高強度の要求に応えるためエポキシ樹脂を用いる場合もある。

現在船舶用として多用されているFRPは、ガラス繊維と不飽和ポリエステル樹脂との複合材料であるGFRPであって、船体建造方法は、メス型に人手で積層していくハンドレイアップ方式が一般的である。FRP船は、FRPの特長を生かし、鋼船やアルミ合金船と異なった構造方式が採用されているので、電気艤装工事に当たっては、これをよく認識し、施工するよう注意すべきである。

FRPの構造

FRP船は、次に示す構造方式のものにより建造されている。船全体の構造部材が、すべてFRP単板の場合もあるし、部分的にFRPサンドイッチ構造を併用する場合もある。

・FRP単板構造

FRPのみの板材である。



図 4.1.1 FRP単板構造

・FRPサンドイッチ構造

適当な心材をスペーサとして使い、その両面にFRPをオーバーレイしたものである。心材としては、硬質ポリウレタン発泡材、塩化ビニル発泡材、バルサ材、コアマット合板等が一般的に多く使用されている。

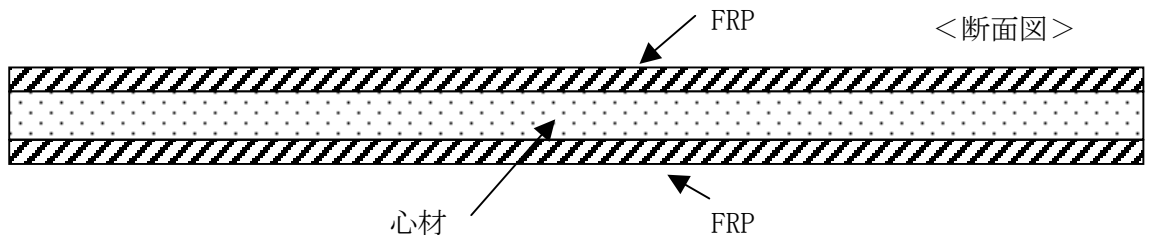


図 4.1.2 FRPサンドイッチ構造

FRPの電気的特性

FRP船の電気艤装工事に当たっては、FRPが次の電気的特性を有することを認識し、適切な工事を実施する必要がある。

- ・電気の不良導体である。
- ・静電気を帯びやすい。
- ・電波の遮蔽物とはならない。

4.1 工事材料

4.1.1 材料及び部品

材料と部品の区別は、生産管理による工事方法や材料、部品の標準化の程度が各社ごとに多少の相違があるので、明確に区別できないが、大体消耗品的なものを材料としその他のものを部品として取扱っている。

表 4.1.1 電気機装工事に使用する材料及び部品

用途	材料及び部品
ケーブル固定用	ケーブル押えバンド、ケーブル巻バンド、バンドバックル、樹脂バンド
ケーブル支持用	電線馬／導板、ケーブルハンガ、ハンガ吊り脚、ランナバー、ダクト、トランク、線樋、クリート
ケーブル貫通用	グラウンド、ケーブル貫通箱、コーミング、ブッシング、防水材料、充填材
ケーブル保護用	電線管、電線管用付属物、フレキシブルチューブ
機器へのケーブル接続用	圧着端子、テープ、チューブ、防水材料、はんだ、ペースト
装備工所用	機器台（床取付形、壁取付形、天井取付形）、防振ゴム、防波箱、照明器具、取付台、手さげ灯用引掛フック
接地工所用	接地導体、接地金物
防食工所用	ジンククロメート、ジンククロメート座金
各工所用	小ねじ、ボルト、ナット、座金

4.1.2 ケーブル

ケーブルは、JIS C 3410-99（船用電線）規格によるものとする。ただし、規格に規定されていないものについては、その他の JIS 規格品、日本電線工業会（JCS）規格品で船級協会の承認を取得したケーブル又はこれと同等以上のもの（管海官庁の承認を受けたもの）を使用する。

参考のため、NK 鋼船規則で使用が認められている JCS 規格品等を次に示す。

- ① JCS 4283-77 660V 船用けい素ゴム絶縁あじろがい装ケーブル
- ② JCS 3296-77 660V 船用制御機器配線用ビニル絶縁電線
ただし、同心より線を使用したもの（660V-SY）を除く
- ③ JCS 4312-00 高圧船用電線
ただし、耐電圧試験は規則 H 編 2.17.6-5 及び-6 によること
- ④ JCS 4316-55 無機絶縁ケーブル
- ⑤ JCS 3337-00 150V 船用電子機器配線用ビニル絶縁電線
- ⑥ JCS 4338-77 150V 船用多心ビニル絶縁ビニルシースあじろがい装ケーブル
- ⑦ JCS 3378-81 660V 船用配電盤用単心可とう難燃架橋ポリエチレン絶縁電線
- ⑧ 耐延焼性船用電線は IEC60332-3CategoryA の試験に合格した耐延焼性ケーブル、なお、JIS C 3410-99 で耐延焼性ケーブルが新規に規格化された。
- ⑨ 火災に対する考慮として、IEC 60331 の試験に合格した耐火性ケーブル

(1) 電線記号

(a) 船用電線記号に使用されている文字の意味は、表 4.1.2～表 4.1.3 のとおりである。

表 4.1.2 線心数及び用途の記号の意味

FA	耐延焼性	M	多心制御用及び信号用
S	単心電灯用及び動力用	TT	電話用及び計装用
D	2 心電灯用及び動力用	P	移動用又は可とう
T	3 心電灯用及び動力用	SCP	配電盤用
F	4 心電灯用及び動力用		

表 4.1.3 構成・材料の記号の意味

絶縁記号		外被記号		がい装記号		防食層記号		その他の記号	
P	EP ゴム絶縁	L	鉛被	C	あじろがい装	Y	ビニル防食	S	一括遮へい
SR	けい素ゴム絶縁	Y	ビニルシース	CB	銅合金線がい装			-S	各心又は各対遮へい
Y	ビニル絶縁	N	クロロブレンゴムシース					E	接地線
C	難燃架橋ポリエチレン絶縁	D	編組						

(注 1) EP はエチレンプロピレンを示す。

(注 2) あじろがい装は鋼線によるものとし、銅合金線あじろがい装の場合には C の代わりに CB とする。

(b) 電線種類及び記号の使用方の一例を示す。

- ① JIS C 3410-99 船用電線は、従来の難燃性の規定が、「IEC 60332-1 に準拠した耐炎性」と「IEC 60332-3 Category A に準拠した耐延焼性」の 2 種類に規格化された。
- ② JIS C 3410-99 船用電線の公称電圧表示は、「IEC 規格に合わせ、0.6/1.0kV」である。なお、0.6kV：対地電圧（交流）、1kV：線間電圧（交流）を意味する。但し、多心線及び電話用電線の公称電圧表示は、従来と同じく「250V」である。
- ③ 一般動力・電灯回路用電線の呼び方の例。
 - ・ 0.6/1.0kV TPYC-4：0.6/1.0kV 耐炎性 3 心 EP ゴム絶縁ビニルシースあじろがい装ケーブル (4mm²)
 - ・ 0.6/1.0kV TPYCY-4：0.6/1.0kV 耐炎性 3 心 EP ゴム絶縁ビニルシースあじろがい装ビニル防食ケーブル (4mm²) (防食ケーブルの場合には、ケーブル記号の最後に、防食層「Y」の記号を付ける。)
 - ・ 0.6/1.0kV FA-TPYC-4：0.6/1.0kV 耐延焼性 3 心 EP ゴム絶縁ビニルシースあじろがい装ケーブル (4mm²) (耐延焼性ケーブルの場合には、ケーブル記号の前に、「FA-」をつける。)

- ④ 多心線及び電話用ケーブルの呼び方の例。 (絶縁記号を省略する。)
- ・ 250V MPYC-12 : 250V 耐炎性多心 EP ゴム絶縁ビニルシースあじろがい装ケーブル (12 心)
 - ・ 250V TTYC-3 : 250V 耐炎性電話用ビニル絶縁ビニルシースあじろがい装ケーブル (3 対)

- ⑤ 配電盤用電線の呼び方の例。 (絶縁記号及び外被記号を省略する。)
- ・ 0.6/1.0kV SCP-6 : 0.6/1.0kV 配電盤用可とう難燃架橋ポリエチレン絶縁電線 (8mm²)

(c) J I S 船用がい装なしケーブル

機械的損傷を受けるおそれの無い居住区域の隠蔽部などに敷設されるケーブルにはがい装なしケーブルが使用されることがある。

例 : 0.6/1.0kV TPY-4

0.6/1.0kV 耐炎性 3 心 EP ゴム絶縁ビニルシースケーブル (4mm²)、ただし、使用に際して、JIS C 3410-99 船用電線規格に、単心線とシールド線の規格がないことに注意。

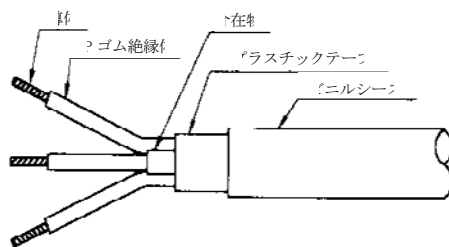
(d) 軽量化電線 (あじろがい装なし)

J I S 規格に準拠した軽量化電線 (あじろがい装なし) としてノンハロゲン耐延焼性船用軽量電線が、海上保安庁船などに使用されている。

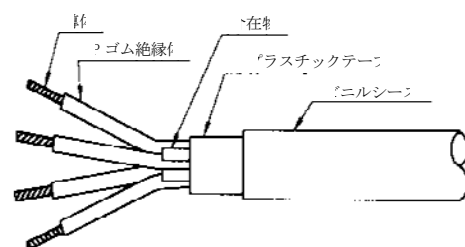
例 : 0.6/1.0kV TCO-4

0.6/1.0kV ノンハロゲン耐延焼性 3 心架橋ポリエチレン絶縁ポリオレフィンシースケーブル (4mm²)。ただし、構成材料記号の「0」は、難燃ポリオレフィンシースを表している。

電灯及び動力用ケーブル(TPY)



多芯制御用及び信号用ケーブル(MPY)



電話用ケーブル(TTY)

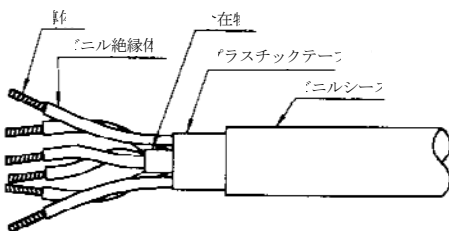


図 4.1.3 船用あじろがい装なし電線の構造例

(2) 船用電線の構造

一般によく使用されているケーブルの構造例を図 4.1.3 及び図 4.1.4 に示す。

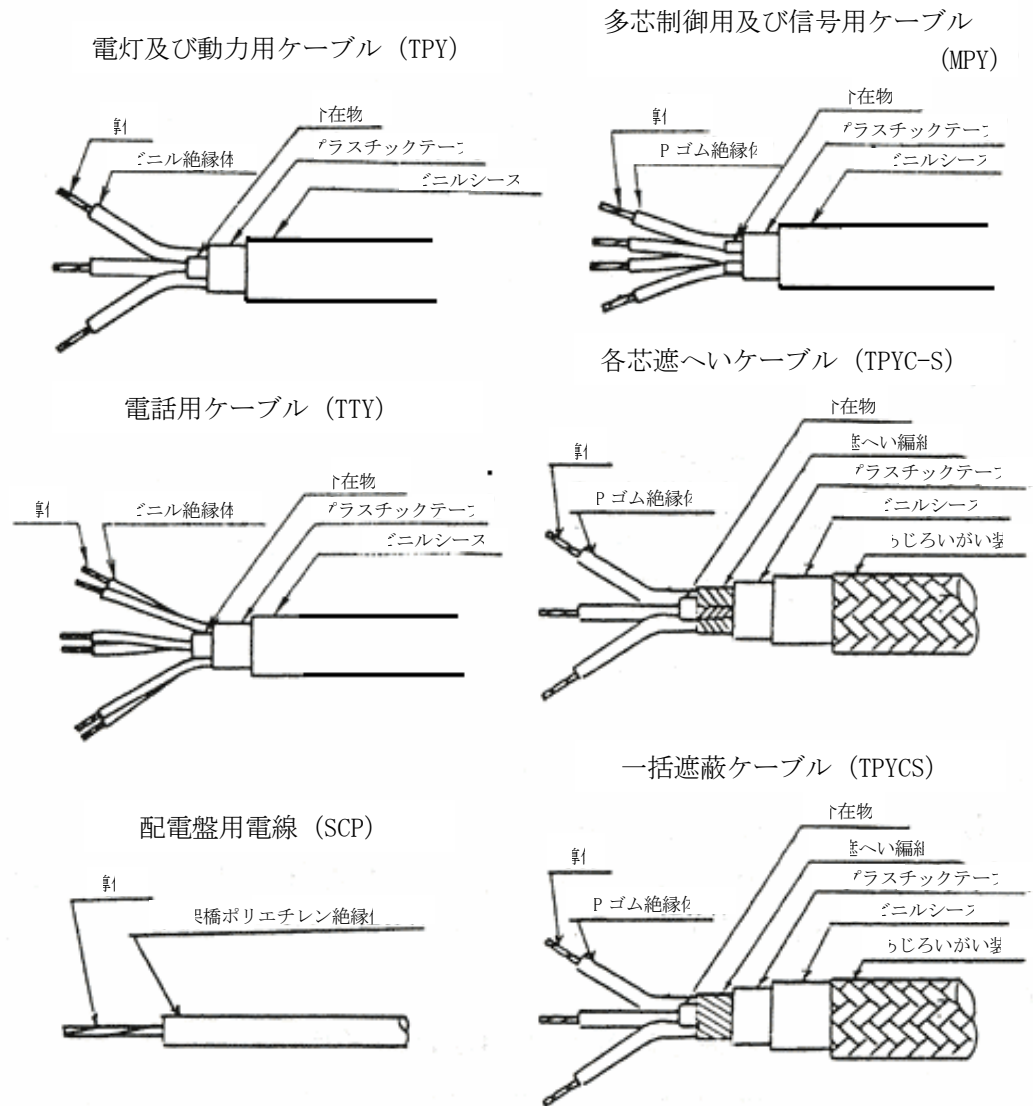


図 4.1.4 船用あじろがい装電線の構造例

(3) ケーブルの適用

電線の公称電圧表示が、「0.6/1.0kV」に一本化されたので、440V 回路及び 220V 以下の回路とも使用電線の適用区分は同じである。

なお、多心線及び電話用電線は、従来と同じく「250V クラス」である。

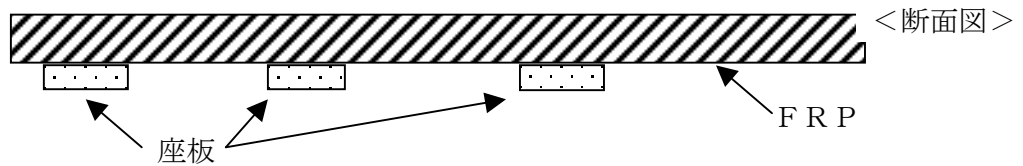
4.1.3 ケーブル固定用材料

F R P 船の電路の布設材料や部品は、一般に従来から鋼船やアルミ合金船で使われているものを取付け面の構造、材質に応じて形状等を考慮して流用する。

F R P に電路布設部品を取付ける場合は、溶接ができないので、機械的な固着が主となる。したがって、取付け部の材質が何であるかによって取付け方法を選ぶ必要がある。また、ボルトの貫通孔等を開ける場合、その部分が水密であるか非水密であるかによっても、取付け方法を考える必要がある。

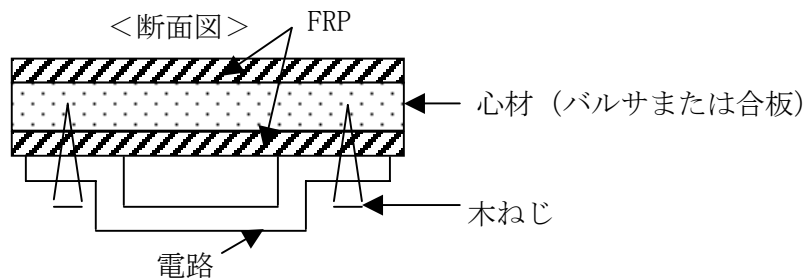
(a) FRP単板への取付け

FRP単板は、外板、甲板、隔壁などに使用される。電線を布設する場合には、まず取付け座板を設けておく必要がある。取付け座板は、合板またはFRP単板とし、これをFRPのオーバーレイによって船体に取り付ける。



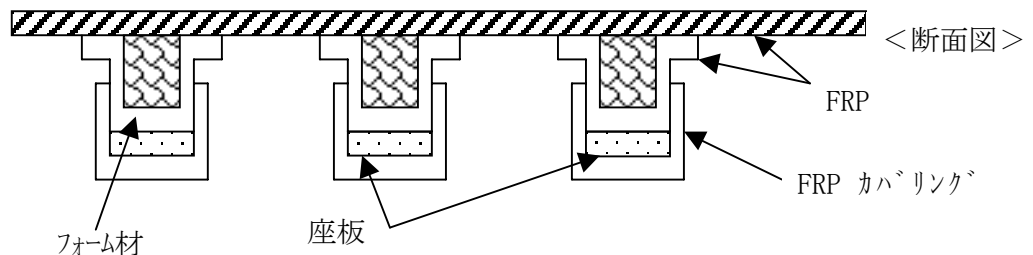
(b) バルサ（または合板）サンドイッチFRPへの取付け

バルサ（または合板）サンドイッチは、バルサ材（または合板）の両面にFRPを積層したもので、外板、甲板、隔壁などに使用される。これに対しては木ねじによる固着が用いられるが、さらにFRPでオーバーレイしておく方が望ましい。バルササンドイッチの場合、強度が必要な場合には、(a)と同じ様に、合板をFRPでオーバーレイした座板を電路とすることも有効である。



(c) フォーム材サンドイッチFRPへの取付け

フォーム材サンドイッチは、フォーム材の両面にFRPを積層したもので、ビーム、フレームなどの防撓部材に使用される。これに対しては木ねじによる固着は効かないので、座板（合板等）をFRPのカバリングでフォーム材サンドイッチFRPに取り付ける。



(1) ケーブル押えバンド

ケーブルを固定するのに使われる。船用電線帯金（黄銅の帯状のもの）を所要の長さに切断し、形打ち、止めねじ穴の穴あけ加工したものを使用する。バンドの種類は、0号から5号まであり、ケーブルの本数によって使い分けるが、本数が増えると、形打ちなどの加工工数が多くなるので、最近特殊な場合を除き、使用されていない。なお、がい装なしケーブルの場合には、ゴムシートを巻くなどしてケーブルを保護する必要がある。

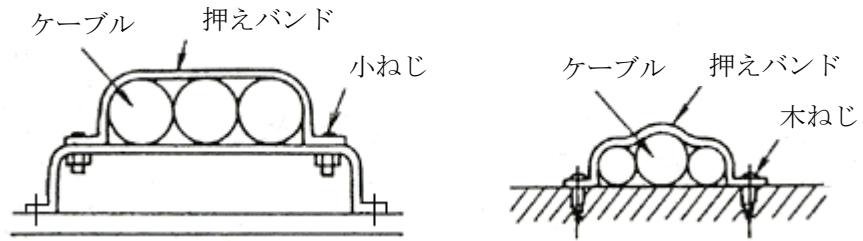


図 4.1.5 ケーブル押えバンド

(2) ケーブル巻バンドおよびバンドバックル

ケーブル巻バンドは、軟鋼又はSUS（ステンレス）のテープ状のもので、ケーブルを固定するのに使用する。あらかじめ所定の長さに切断し、ケーブル群に巻付け、止め金具（バンドバックル）と工具により締付け、巻止めを行い、余長を切断して体裁を整える。電線馬、ハンガによる布設に使用される。なお、がい装なしケーブルの場合には、ゴムシートを巻くなどしてケーブルを保護する必要がある。

表 4.1.4 巻バンドの材質及び寸法等

材質	寸法 (mm)		引張強さ N/mm ² (kgf/mm ²)
	幅	厚さ	
軟鋼板(SS-400) 亜鉛メッキ	14	0.4	372 (38) 以上
	16	0.6	509 (52) 以上
SUS 304	14	0.4	509 (52) 以上
	16	0.6	

バンドバックルは、ケーブル巻バンドの締付け、巻止めに使用される。軟鋼又はSUS製で、O型、L型、D型などがある。

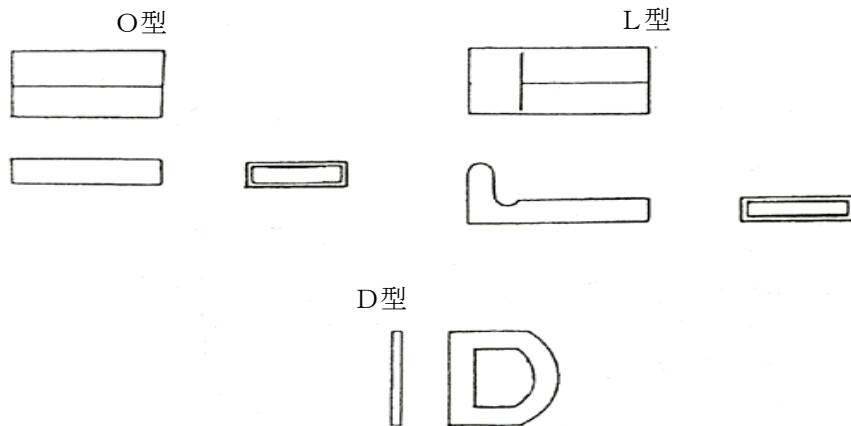


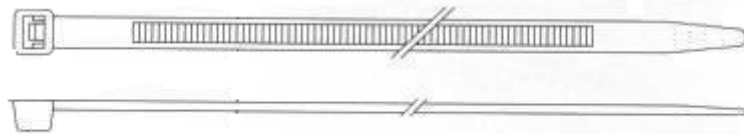
図 4.1.6 バンドバックル

(3) 樹脂バンド (インシュロック)

非金属製のケーブルバンドは、金属製のバンドの補助的なものとしての使用が認められている。表 4.1.5 に NK の承認を得たものの概要を掲げておく。

表 4.1.5 樹脂バンドの材質及び寸法など

材 質	寸 法 (mm)		引張強さ N/mm ² (kg/mm ²)	備 考
	幅	厚さ		
66 ナイロ ン	9.5~10.2	1.6~1.7	245~392 (25~40)	2種
	7.5~13.2	1.6~2.0	490~539 (50~55)	6種
	8.9~13.2	2.0	735~980 (75~100)	2種
	12.7	1.9~2.1	1078~1176 (110~120)	2種
テフロン 系の樹脂	4.8	1.4~1.5	490~539 (50~55)	2種
	7.6	1.9	1078~1176 (110~120)	1種



4.1.4 ケーブル支持金物

(1) 電線馬、導板

サドル又は略して馬という。比較的ケーブル数の少ない場合に、ケーブルを支持するのに使われる。フラットバー (帯鋼、アルミ、FRP、合板など)、形鋼 (またはアルミ) によるコ形、T形、L形などがあり、その一例を、図 4.1.7. 及び図 4.1.8 に示す。

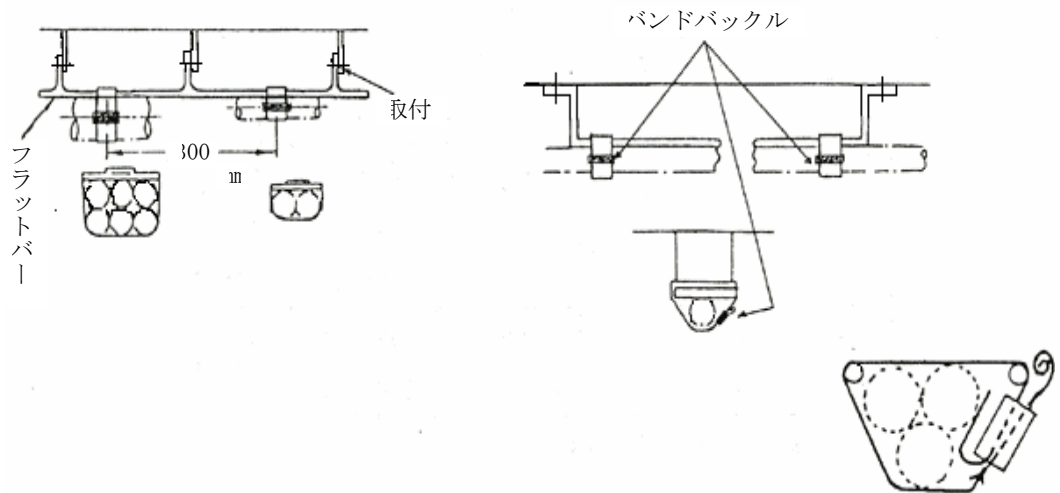


図 4.1.7 電線馬として使用するフラットバー (巻バンド用)

(1)
〔主としてフラットバー電線馬
の補助として使用する〕

(2)
〔主として冷凍庫内などの小電
路に使用する。〕

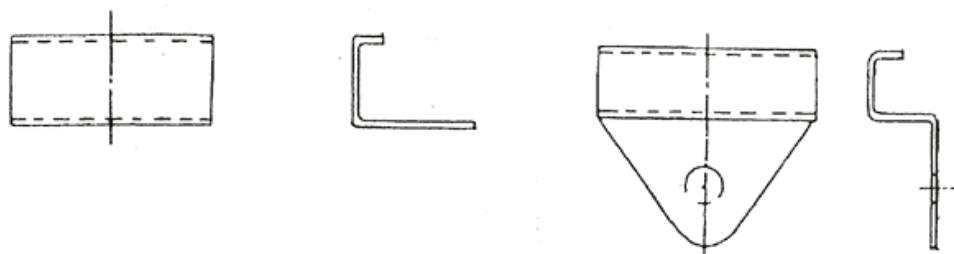


図 4.1.8 電線馬として使用する形鋼（巻バンド用）

(2) ケーブルハンガ（ハンガ）

ケーブルを支持するのに使われ、軟鋼製で単独ハンガと組立ハンガとがあり、それぞれに巻バンド用と押えバンド用がある。

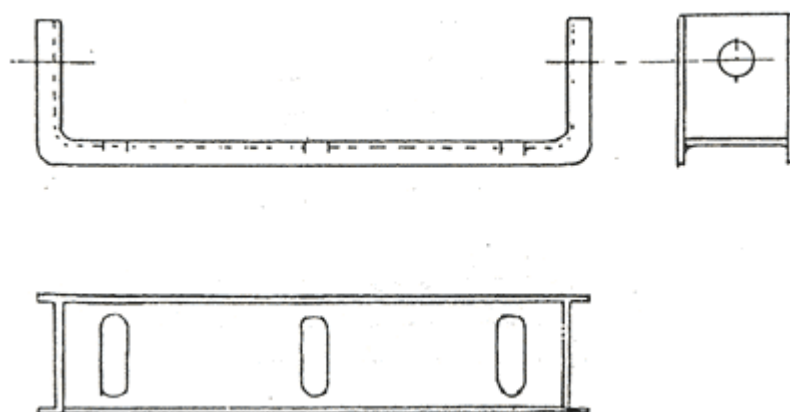


図 4.1.9 一般用ハンガ（ねじ止め式）

(3) ハンガ吊り脚

略して脚という。ハンガを天井から吊り下げるために使われ、帯鋼、形鋼などがある。

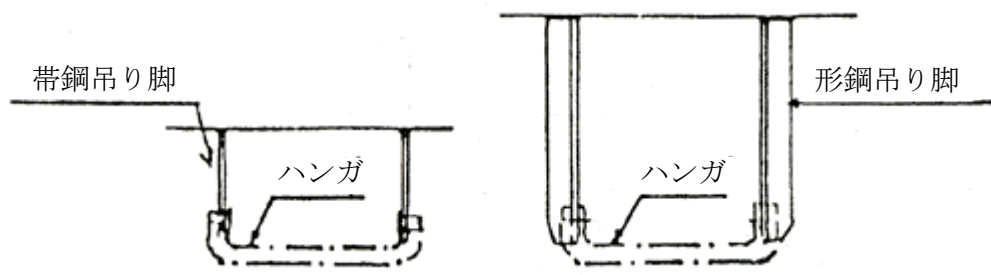


図 4.1.10 ハンガ吊り脚

(4) ランナバー

ハンガの吊り脚を直接吊り下げずにビーム間に横方向に帯鋼、丸鋼、パイプなどを渡し、これにハンガ吊り脚又は直接にハンガを取付けるような場合に使う。

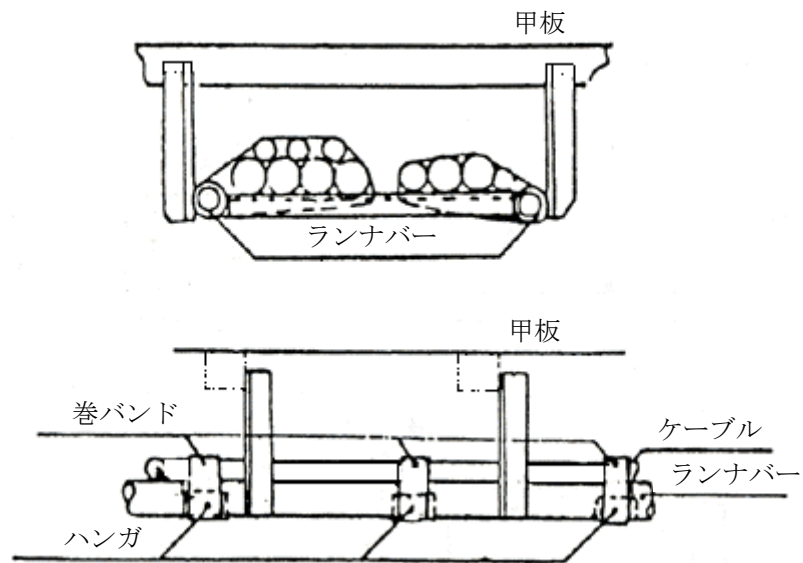


図 4.1.11 ランナバー

(5) ケーブルダクト

軟鋼板のコ字形 (金属導板で長いもの) としたもので、主に上向 (U) に付けられ、ケーブルを支持するものに使われる。

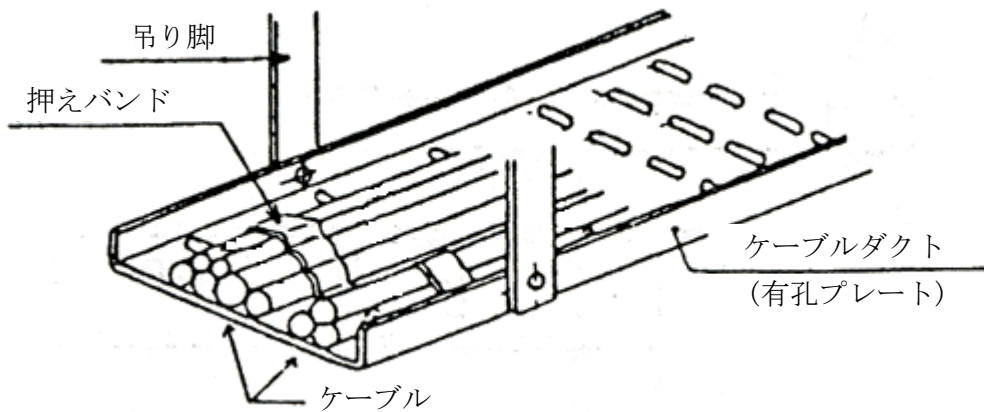


図 4.1.12 ケーブルダクト

(6) ケーブルトランク

軟鋼板を口字形にした全閉構造のもので、ケーブルを支持するのに使う。金属管の代用となる。

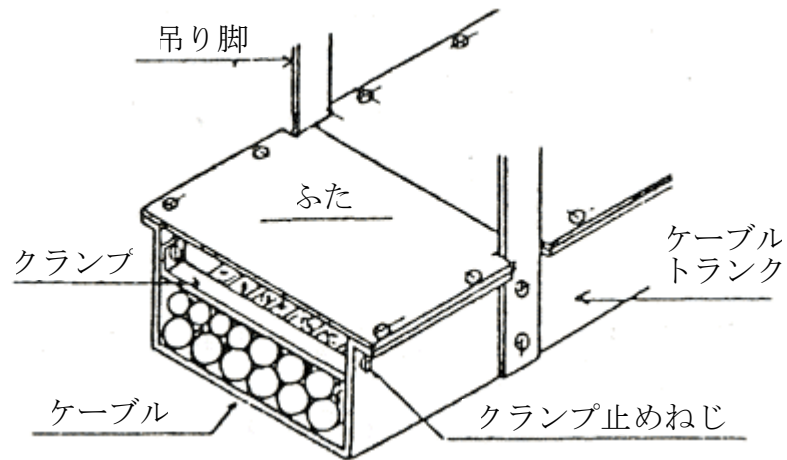


図 4.1.13 ケーブルトランク

(7) 線樋

居住区内などの木壁にケーブルを布設するとき、普通隠蔽工事が行われるが、それができない場合で露出工事となるときは、体裁を考慮して線樋が使われる。線樋には、木製、軟鋼製、樹脂製などがある。

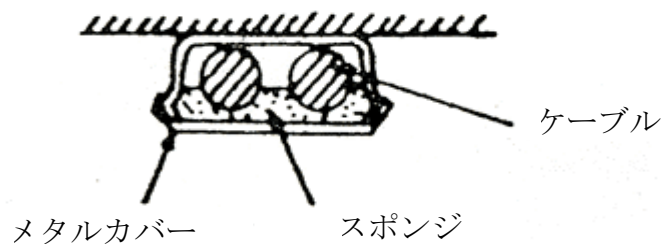


図 4.1.14 線樋

(8) クリート

冷凍室又は冷凍倉内に布設するケーブルは、保温材に埋込んではいならない。またケーブル布設物品の取付けにより、冷却効果を害さないようにしなければならない。このことを目的としてクリートが使われる。

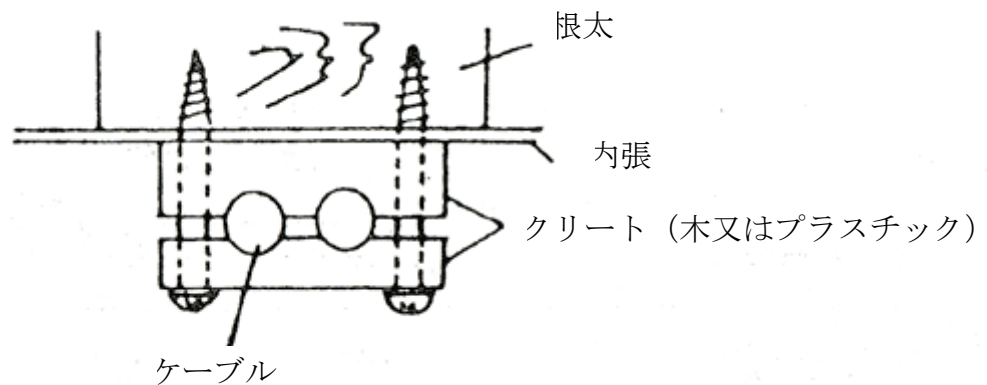


図 4.1.15 クリート

4.1.5 貫通金物

(1) グランド (電線貫通金物)

グラントは、ケーブルが水密甲板や隔壁を貫通する場合、あるいは機器へ導入される場合の防水に使われる。グラントの種類には、機器用及び隔壁・甲板用がある。材質としては、黄銅、鋳鉄、鋼、アルミニウム合金及び硬質ビニルのものなどがある。グラントの詳細は JIS F 8801-02 (船用電線貫通金物・箱用) 及び JIS F 8802-87 (船用隔壁・甲板用電線貫通金物) に規格化されている。

ケーブルとグラントの適合基準については、JEM 1272-99 に規格化されている。FRP 船には、JIS F 規格相当品のふち付プラスチック製のグラントも使用される。

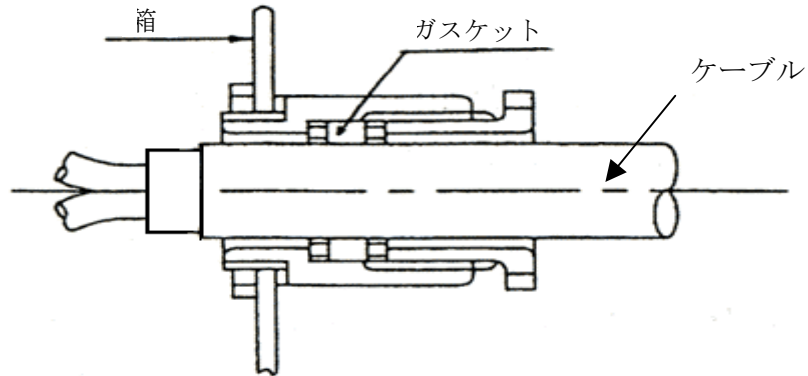


図 4.1.16 グラント (がい装なしケーブルの一例)

(2) コーミング (コンパウンド非充填) およびブッシング

コーミングは、軟鋼板、アルミ、樹脂、などを円形又は楕円形に加工したもので、甲板や隔壁にケーブル貫通させる場合、あるいは機器へケーブルを導入するために使われる。水密や気密が必要な場合にはコンパウンドを充填する。

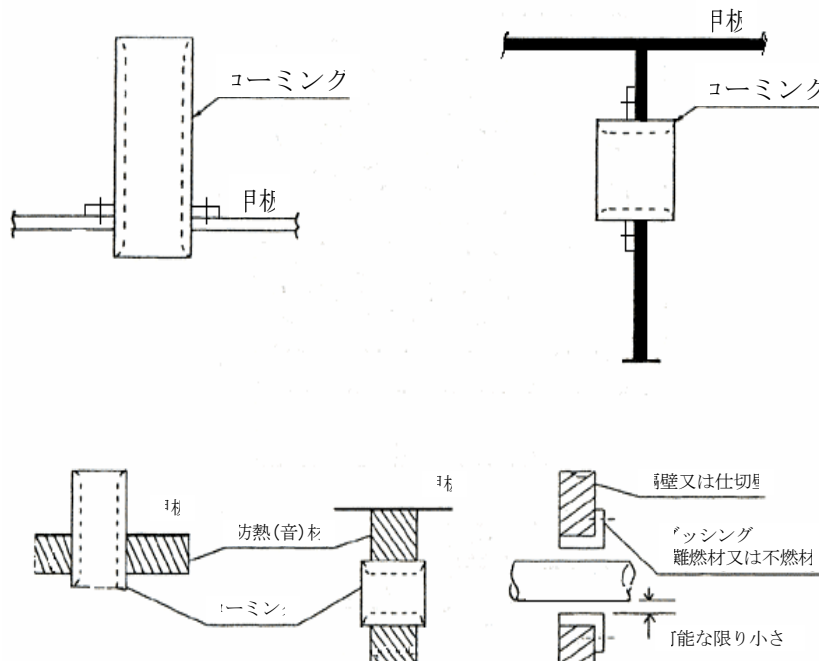


図 4.1.17 コーミング、ブッシングの例

(3) 電路、貫通金物の取付け

(a) 電線馬、導板の取付け

- ① ケーブルは、FRP 船体に直接布設しないで、導板を設けて布設する。その要領を図 4.1.18 に示す。

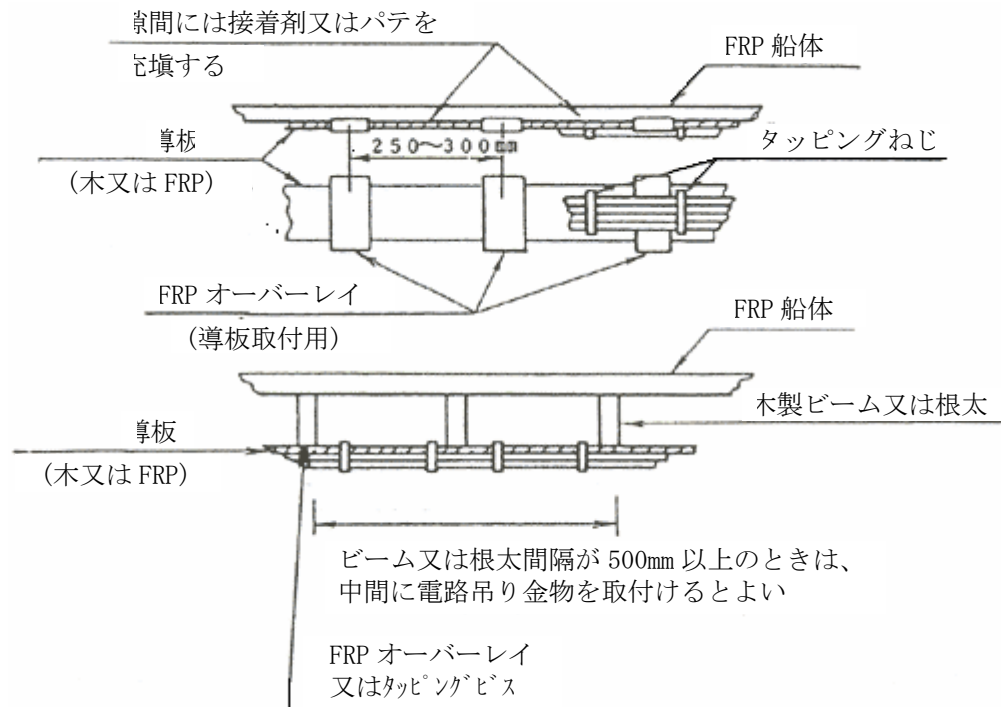


図 4.1.18 電線馬、導板の取付け

- ② 電線馬、導板は金属製とするよりも、5mm 以上の厚さの FRP 単板、又は 12mm 以上の耐水合板などがよい。ただし、機関室内機器への立上り電路には、金属管、又はプリカチューブなどを使用する方がよい。
- ③ 電線馬、導板は、小ねじ又は FRP オーバーレイにより船体に直接取付けるのを標準とする。
- ④ 木製導板と船体との隙間には、導板に対する防湿のため、接着剤又はパテを充填する。
- ⑤ 木製導板には、ケーブル布設前に防腐防湿などのためペイントを塗装する。

(4) ハンガの取付け

ハンガの組立取付け要領を図 4.1.19 に示す。

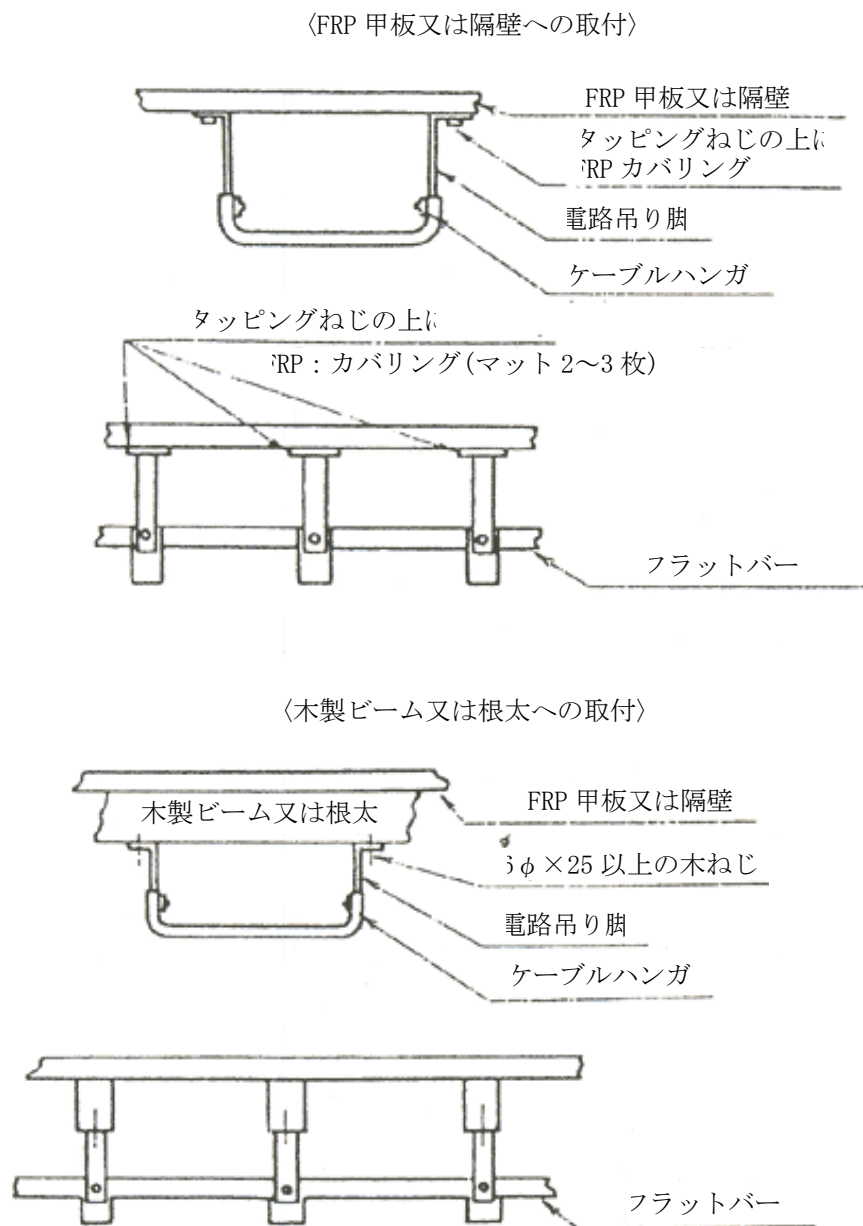


図 4.1.19 ハンガの組立取付け要領

(5) 小電路の取付け

小電路の場合、特に電路を設けることは少なく、ビーム、ガーダなどの部材に、押えバンドで直接取付ける。

小電路のケーブル布設要領を図 4.1.20 に示す。

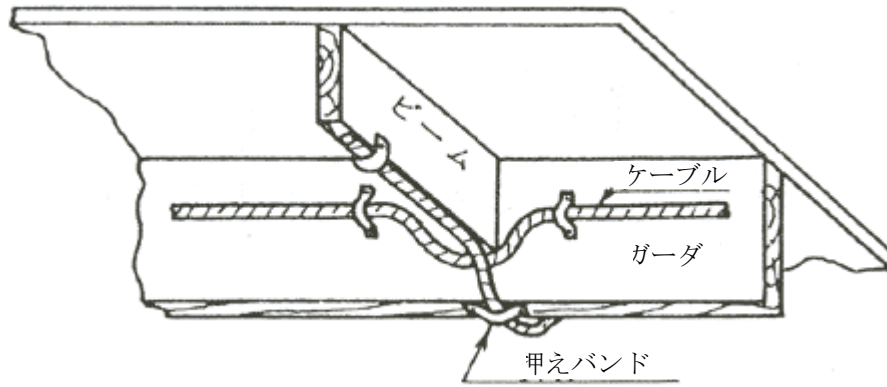


図 4.1.20 小電路のケーブル布設要領

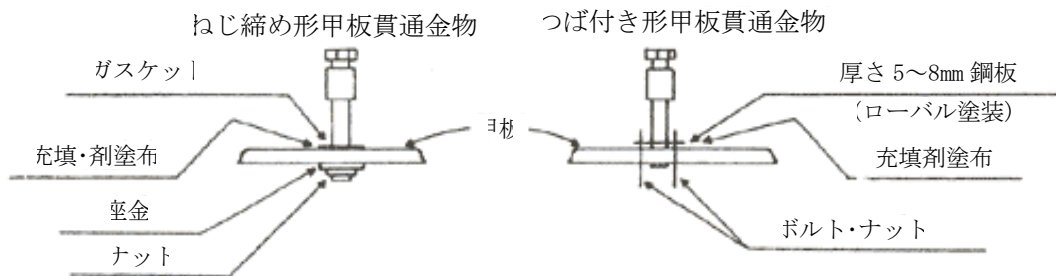
(6) グランドの取付け

ケーブルが水密隔壁や甲板を貫通する場合には、グラウンドを単体で取付けるか、あるいは本数の多い場合にはまとめてグラウンド板に取付ける。

なお、グラウンド板が周囲の条件により取付けられない場合（例えば開口に制限がある場合、あるいは狭い場合）には、ケーブル貫通金物箱を使用する。ケーブル貫通金物箱には必ず手入れ口を設ける。

ケーブル貫通金物の取付け例を図 4.1.21 及び図 4.1.22 に示す。

<グラウンド単体の場合>



<グラウンド板使用の場合>

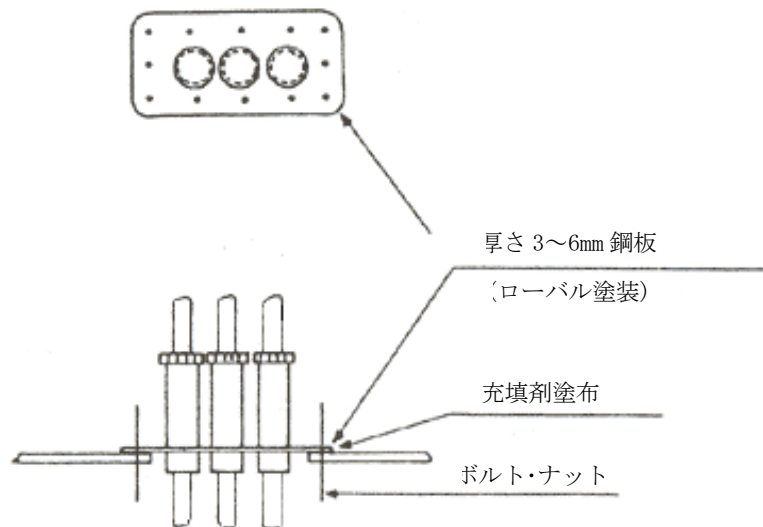


図 4.1.21 水密甲板などへのグラウンド取付け例

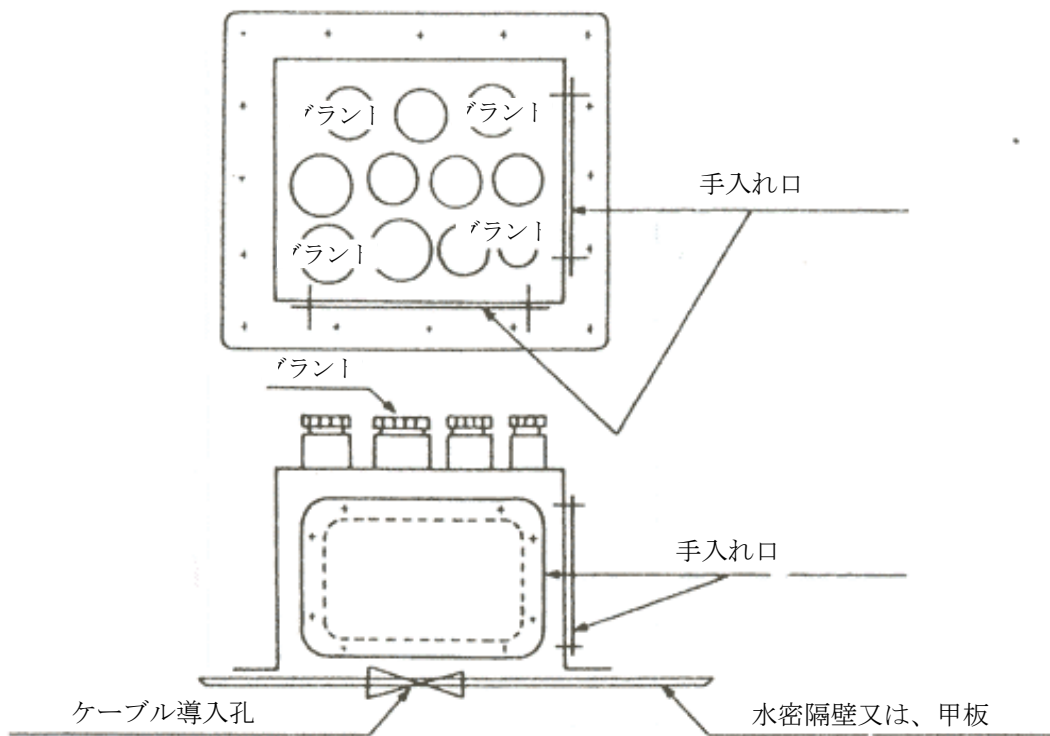
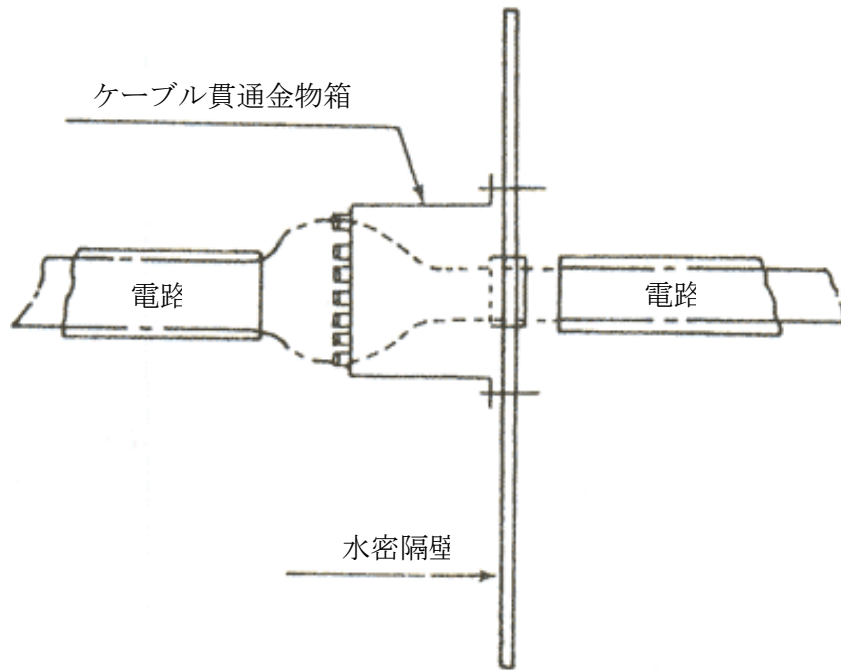


図 4. 1. 22 水密甲板などへの貫通金物箱の取付け例

(7) コーミングの取付け

一般的な場所へのコーミング取付け例を図 4.1.21 に示す。

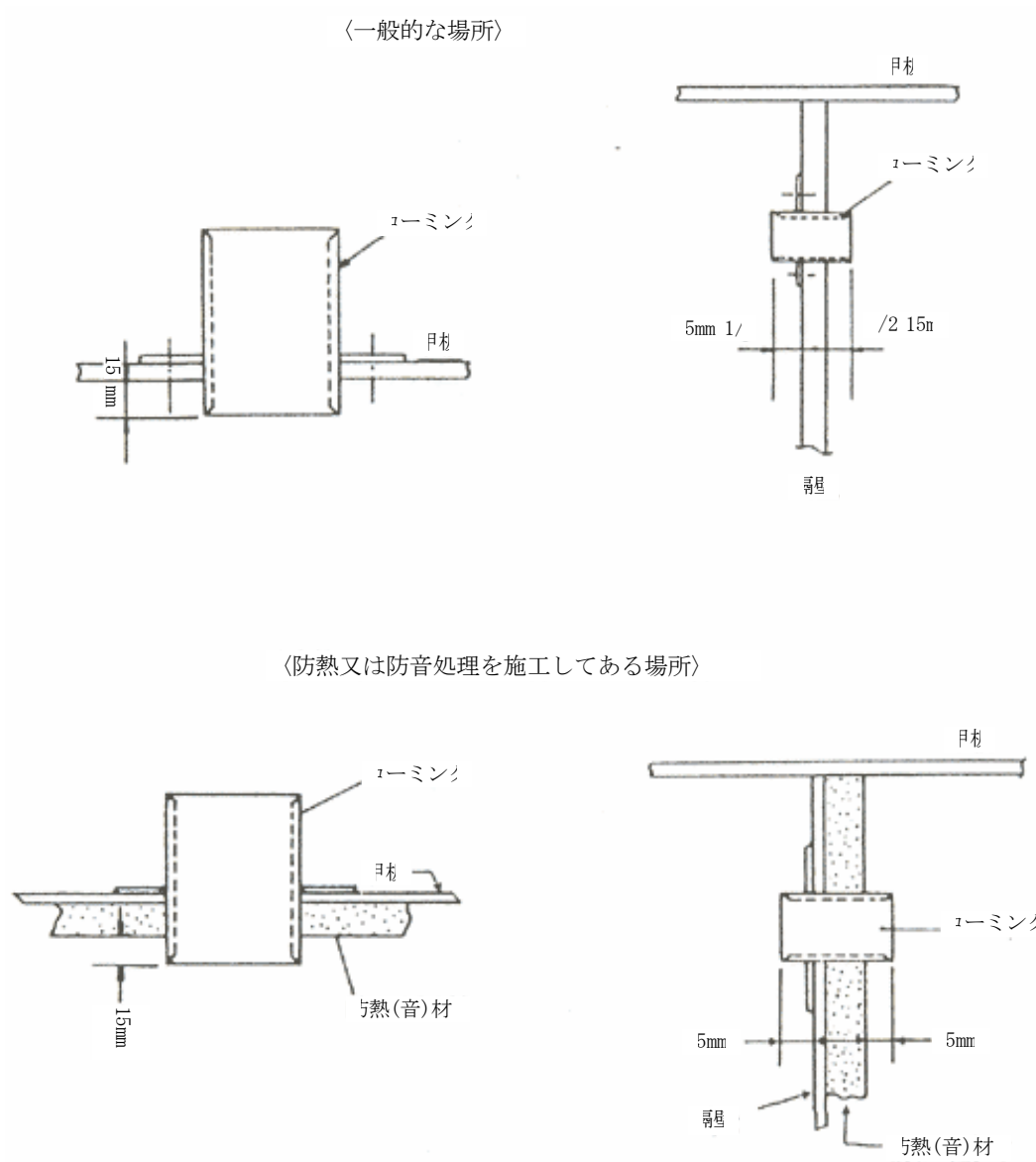


図 4.1.23 一般的な場所へのコーミング取付け例

(8) ブッシングの取付け

非水密隔壁などへのブッシング取付け例を図 4.1.24 に示す。

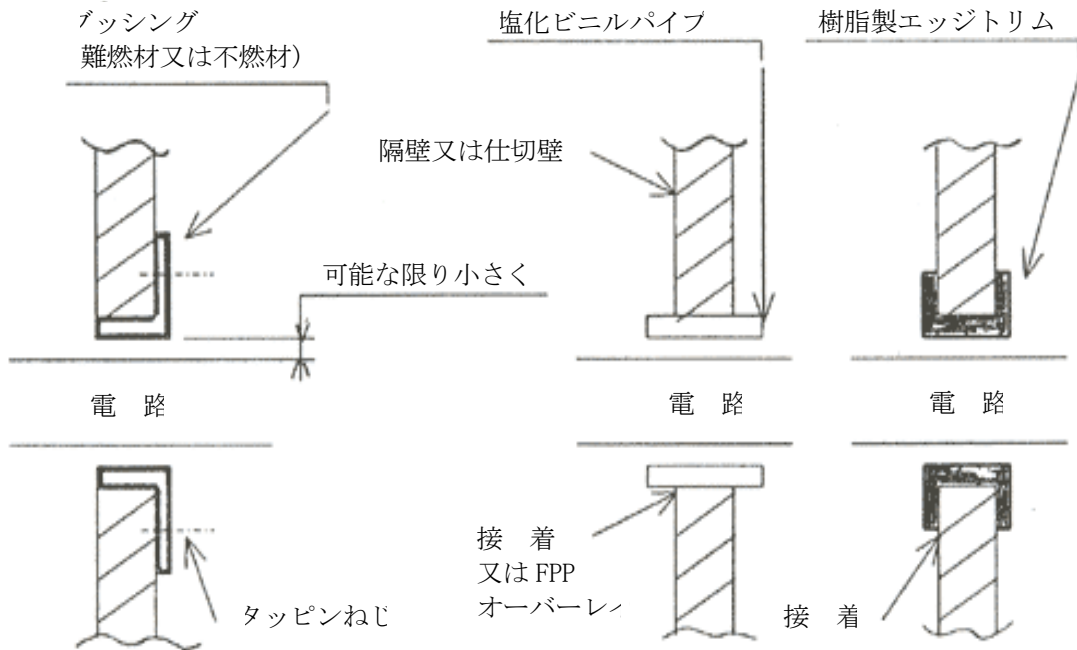


図 4.1.24 非水密隔壁などへのブッシング取付け例

(9) 電気機器の取付け

電気機器は、FRP の水密隔壁、暴露甲板に直接取付けることを避け、木製ライナーを介して取付ける。機器の取付ボルト、小ねじ類は、SUS 製が望ましい。

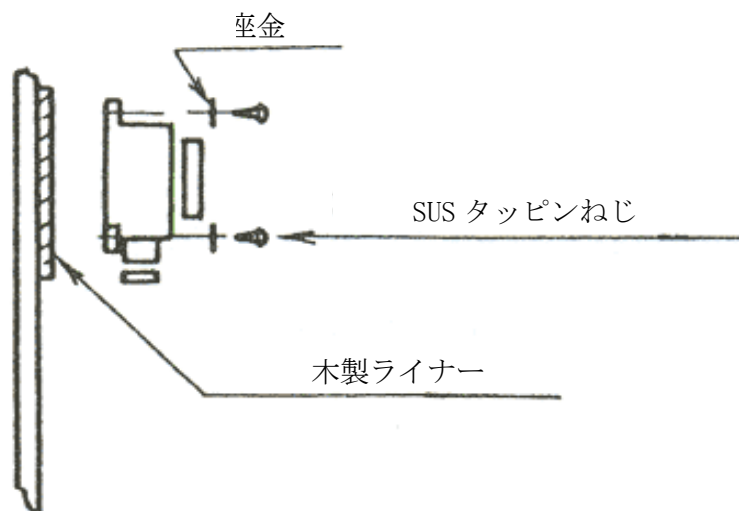


図 4.1.25 スイッチの FRP への取付要領

4.2 ケーブル布設

ケーブル布設作業は、船内に装備した多数の電気機器が、すべて完全に動作して、夫々の機能を確実に果たすよう、機器相互間に規定のケーブルを布設することであり、電気機装工事の中で、最も大きな比重を占めている。ケーブル布設作業における規則に関連する一般的な注意事項及び布設方法の詳細については材質の相違を除いて基本的には鋼船と変わらないので、「第2章 2. 2項 鋼船 ケーブル布設」を参照のこと。

FRP 船においても鋼船の場合と同様、ケーブル布設時及び布設後に構造部材の鋭利な角によりケーブルの外被を損傷させないように注意する。

ケーブルが水密及び非水密隔壁や甲板を貫通する場合の布設方法については「4.1.5 電路、貫通金物の取付け」の「(6) グランドの取付け」及び「(7) コーミングの取付け」による。

FRP 船では主としてがい装なしケーブルを使用するため、ケーブルが機械的損傷を受けないように電路を配置することが望ましいが、損傷のおそれがある場合には保護板等による保護を行う。

4.3 接地工事

4.3.1 接地の目的

FRP 船における機器などの接地は、鋼船と異なり、船体が不良導体であるため、人体に対する危険防止や火災防止などを目的とするだけでなく、電氣的ノイズ（以下「ノイズ」という。）の防止や静電気の防止の目的もある。FRP 船の接地の目的をまとめると、次のようになる。

- ・災害防止策としての接地
 - (1) 人体に対する危険防止
 - (2) 火災や爆発事故の防止
 - (3) 落雷による危険防止
 - (4) 静電気対策
- ・ノイズ対策としての接地
 - (5) 誘導ノイズ障害の防止
 - (6) 輻射ノイズ障害の防止
 - (7) 無線機器における接地

(1) 人体に対する危険防止

電気機器やケーブルが接地されていないと、絶縁破壊や漏えいなどによって、非導電金属部（正常な使用状態では電圧のかからない金属部）の電位が上昇し、それに人が触れると感電する。このため、各船級規則などでは安全電圧を超える電気機器の非導電金属部やケーブルの金属被覆の接地を要求している。

感電しても人体に障害を与えないといわれる安全電圧は、人体抵抗と人体の許容安全電流によって決まるもので、94年 IEC 92-101 で次のように定められている。

- ① 直流・・・導体間又は導体とアース間が 50V 以下
- ② 交流・・・導体間又は導体とアース間が 50V（実効値）以下

(2) 火災や爆発事故の防止

電気機器やケーブルが接地されていないと、非導電金属部の電位が上昇し、近隣の構造物や人体との間でスパークが生じ火災、あるいは引火性ガスの爆発などを起こす。これを防止する目的で、やはり非導電金属部の接地が行われる。

(3) 落雷による危険防止

FRP 船の船体は不良導体であるため、落雷によって電子機器などが障害を受けるばかりでなく、人身事故に至るような重大な事故が起きることもある。したがって、次のような避雷措置を施す必要がある。

(a) 電子機器のアンテナ系の避雷措置

アンテナ系を、切換えなどによって接地できる構造とする。また、アンテナ系に使用する電子機器の箱体は確実に接地する。

(b) 避雷針

避雷針は船体の最も高い位置に備え、できる限り船体が避雷針を含む鉛直線と 60 度をなす円錐内に入るようにする。金属製マストについては、避雷針を備えるか避雷用の接地を施す。

(c) その他

甲板や甲板室の頂部などに突出する金属製のものは必ず接地する。

(4) 静電気対策

FRP 船は、船体が不良導体であるため、摩擦帯電が生じやすい。船体の一部や構造物のなかに、電氣的に独立した金属があると、摩擦帯電により生じた他物体の電荷がこの金属に蓄積され、電位を高めることになる。しかもこの蓄積された電荷の放電が一気に生じ、そのエネルギーも大である。したがって、これによる電子機器への誘導障害も大きく、また放電が人体を通して生じた場合には、人体に有害な電撃を与える。更に、この放電路に着火性のガスが存在すると（例えば燃料タンクの中や近傍で放電した場合）、これへの点火源となって、火災や爆発などの災害を生ずることがある。したがって、金属構造物は、絶縁状態に置かれなないように接地する必要がある。

(5) 誘導ノイズ障害の防止

電子機器などへの誘導ノイズには、静電結合ノイズと電磁誘導ノイズがある。前者は、機器の入出力信号ケーブルと周囲の電気回路との静電容量結合によって、その信号ケーブルに発生するノイズである。後者は、機器の入出力信号ケーブルが周囲の電気回路によって生じる磁束の変化により、その信号ケーブルに発生するノイズである。これらの誘導ノイズ障害の防止に対しては、信号ケーブルの遮蔽と接地が重要である。

(6) 輻射ノイズ障害の防止

輻射ノイズ障害は、ノイズが電磁波として空中伝搬して電子機器などに障害を与えるもので、無線機器からの発射電波、高調波成分を含んだ大電流回路（サイリスタ利用回路など）などからの漏えい電磁波、直流機のブラシや静電気のスパークなどによる電磁波が空中伝搬してくるものである。

FRP 船は船体そのものに遮蔽効果がないため、電子機器自体あるいはその設置場所全体を遮蔽し、接地する必要がある。特に無線機器の場合には、機器の接地線も空中線の一部として作用して、電波の伝導や輻射をするので注意を要する。

(7) 無線機器における接地

FRP 船の無線機器は、長い接地線によって船底部の外板に設けられた接地銅板に導びかれ海水に接地している。このため、接地線は、空中線として働き、電波の発射や受信に障害を生ずる。したがって、この接地線には銅帯を用いるなどインピーダンスをできるだけ小さくする必要がある。

4.3.2 接地に関する諸規則

上述したように船舶、特にFRP船における電気、電子機器の接地は重要である。このため、各国の国家規則や船級協会規則では、接地に関する諸要求を定めている。次に各規則類における共通の項目について述べる。

(1) 電気機器の接地

人が触れるおそれのある非導電金属部の接地が要求されている。固定機器の場合には接地線により、移動機器の場合にはキャブタイヤコードによって接地する。規則によっては接地線のサイズを規定しているものもある。

(2) ケーブルの接地

ケーブルの金属被覆を接地することが要求されている。また、金属被覆の電気的な連続性を要求している規則もある。

(3) 一般金属部の接地

特にFRP船に関連した規則では、静電気や電磁誘導等によって帯電するおそれのある金属製の構造物などの接地を要求している。

また、金属製の燃料油タンクや燃料管及びFRP製の燃料タンクの金属付着品などの接続と接地を要求している。

(4) 避雷針

非導電材製のマストのマストトップには避雷針を装備することを要求し、避雷導体のサイズや抵抗値についても規定している。

「NK鋼船規則 H編 3章 3.7 避雷針」の規定を下記に示す。

「一般」

木製のマスト又はトップマストを備えた船舶には、各マストに避雷針を備えなければならない。

「構造」

1. 避雷銅線は、マスト頂上より150mm以上突き出た直径12mm以上の適当な銅スパイクに銅リベット又は銅クランプで固定した断面積75mm²以上の連続した銅帯又は銅索としなければならない。避雷導線の下端は、最も近い船体構造部に強固に締付けなければならない。
2. 避雷導線は、できるだけまっすぐに敷設し鋭角に曲げてはならない。クランプは、黄銅又は銅のなるべく鋸歯状接触形のもので有効に締付けできるものでなければならない。また、はんだを接続のために使用してはならない。
3. 避雷針の尖頭と船体又は接地電極との間の抵抗は、0.02Ωを越えてはならない。

4.3.3 接地の方法

接地を効果的にさせるため FRP 船では、図 4.25 のように特別の接地銅板と接地線を設ける。無線機器用と一般用とは、分離して設置したほうがよい。

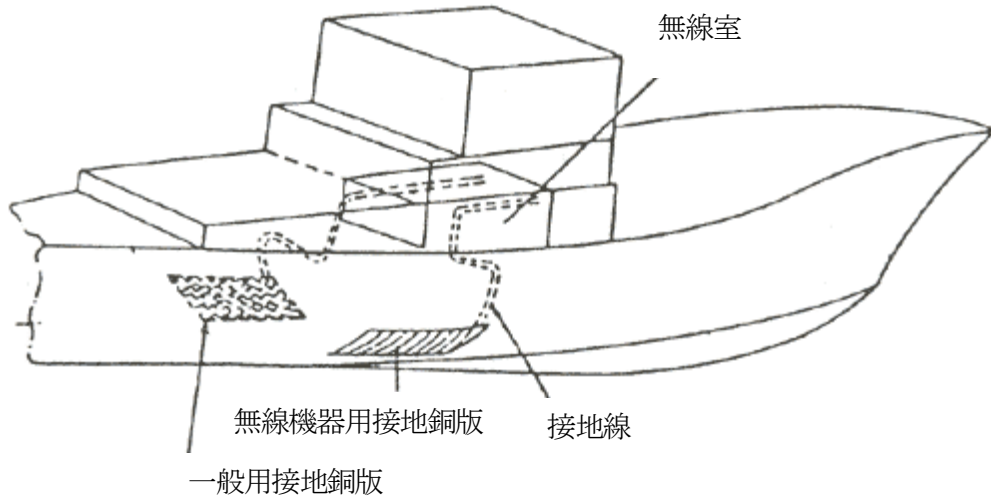


図 4.25 FRP 船の接地銅板

(1) 災害防止策としての設置

人体に対する危険防止のため金属、機器及びケーブルの接地、並びに避雷のための接地銅板と接地線の布設は次のように行う。

(a) 接地銅板

接地銅板は水線下に設ける。大きさは 0.2m^2 以上（例えば定尺銅板 $1200\text{mm} \times 365\text{mm}$ ）の $1/2$ 以上）とし、厚さは 0.5mm 以上とする。

(b) 主接地線

- ① 主接地線には、すずめっき軟銅線又は平角銅線を使用し、その大きさは断面積 50mm^2 以上であることが望ましい。
- ② 主に、船体の上下方向になるべく直線的に布設し、下端は接地銅板に接続する。
- ③ 甲板や隔壁を貫通する場合には、貫通ボルト（同一断面積以上のもの）を取付け、銅管端子又は圧着端子を使用してこれに接続する。

(c) 支接地線

- ① 支接地線にはすずめっき軟銅線又は平角銅線を使用し、その大きさは主接地線の約 $1/2$ の断面積とする。
- ② 支接地線は、電気機器の装備されている区画を対象として、主に船首尾方向になるべく直線的に布設し、主接地線に接続する。
- ③ 大形金属構造物、例えば大形補機、燃料油タンク、燃料油管、清水タンク、梯子、クレーン、金属製リギンなども支接地線で有効に接地をする。なお、無線機器が装備されている場合は、手すり、サッシ、ワイヤロープのような細長い金属物には、送信電波によって誘導電圧が発生することがあるので、これらの金属構造物はできるだけ空中線から離し、長さも短くすることが望ましい。誘導電圧が人体に電撃を与えるおそれのある場合には、絶縁物で金属を被覆するか、支接地線で主接地線に接続する。

(d) 避雷用の接地線

- ① 避雷用の接地線には 75mm^2 以上のすずめっき軟銅線又は平角銅線を使用して、できるだけ直線的に布設し、鋭角に曲げないようにする。
- ② 接地銅板（一般用又は無線機器用接地銅板の近い方）に極力接触抵抗のないように確実に接続する。ただし、接続は「はんだ」だけで行ってはならない。
- ③ マストの頂上から接地銅板までの間の抵抗は $0.02\ \Omega$ 以下であること。
- ④ 甲板および甲板頂部等に取り付けられた突出する金属製のものは 14mm^2 以上の銅線で接地する。
- ⑤ 電子機器のアンテナ系の避雷装置については切替等によって接地できる構造とし、また、アンテナ系に使用する電子機器の箱体は 14mm^2 以上の銅線で接地すること。

(2) ノイズ対策としての接地

ノイズ対策としての接地は、他の接地とは異なり、単純に低抵抗で接地すればよいというものではなく、ノイズの発生を減少させ、除去するように施工する必要がある。

(a) 接地銅板

ノイズ対策としての接地銅板は特に設けず、4.3.3 (1) (a) の接地銅板を共用する。

(b) 主接地線

原則として4.3.3 (1) (b) の主接地線を共用する。ただし、接地する機器に特に低インピーダンスの接地が要求される場合には、銅帯を用いて別に布設してもよい。

(c) 支接地線

- ① 支接地線には錫めっき軟銅線又は平角銅線を使用し、その大きさは主接地線の約 $1/2$ の断面積とする。ただし、低インピーダンスの接地を要求される場合には、主接地線と同断面積の銅帯を使用する。
- ② 支接地線は、ノイズ対策の必要な機器が装備されている区画内に、できるだけ水平方向、直線的に、かつ、できるだけ最短距離に布設し、主接地線に接続する。ただし、ノイズ除去のための接地が必要でない場合には4.3.3 (1) (c) の支接地線を共用してもよい。
- ③ 無線機器用の接地線とはできるだけ離して布設する。

(d) 各機器と接地線との接続

- ① ノイズ対策の必要な機器などと接地線とは、幅 30mm 以上の銅帯で接続する。
- ② 特に強いノイズを発生する機器の接地は、他の機器の接地線とは別に接地線を設けて、接地銅板のところで接続するようにする。
- ③ 複数の機器で構成される装置において一点接地を行う場合には、各構成機器間の接地接続には絶縁電線を使用する。（図 4.26 参照）

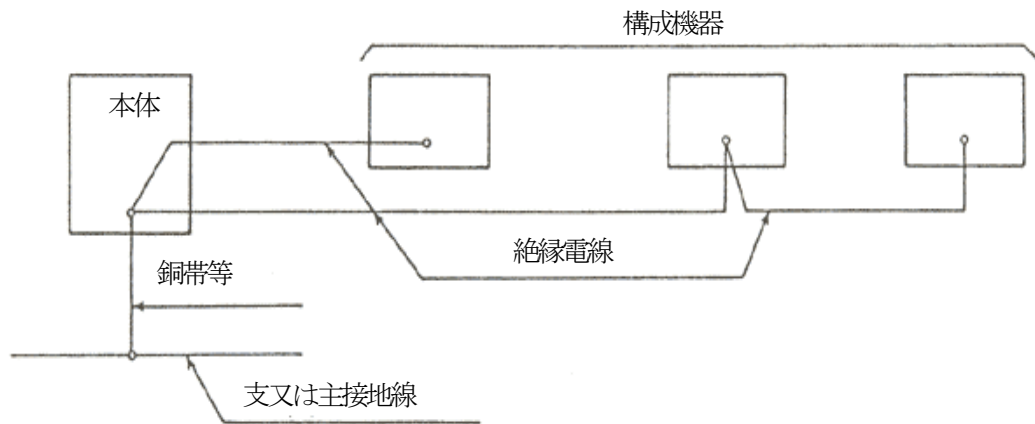


図 4.26 ノイズ対策を要する様子の接地

(3) 無線機器における接地

無線機器（送信機、受信機、航海用無線機器、計測機器など）の接地線には高周波電流が流れる場合があるので、接地線も空中線と同様に考えなければならない。したがって、無線周波帯における有効な接地を行うためには、接地線のインピーダンスを極力小さくしなければならない。

(a) 接地銅板

接地銅板は水線下に設ける。大きさは 0.2m^2 以上（例えば定尺銅板（1200mm×365mm）の $1/2$ 以上）とし、厚さは 0.5mm 以上とする。

(b) 主接地線

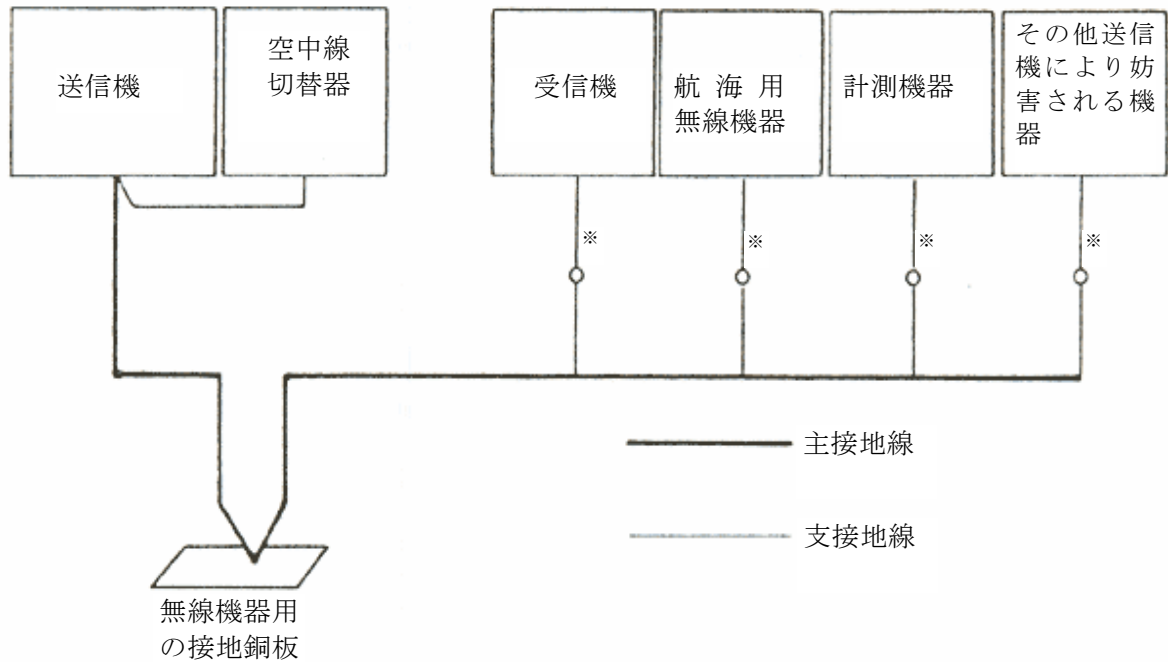
- ① 主接地線には、厚さ 0.5mm 以上の銅帯を使用するが、銅帯幅などについては無線機メーカーと相談すること。
- ② 機器の装備されている区画内に、できるだけ直線的に、かつ、最短距離で布設し、下端は接地銅板に確実に接続する。
- ③ 甲板や隔壁を貫通する場合は、貫通ボルトを使用せず、銅帯を連続させたほうがよい。

(c) 支接地線

- ① 支接地線には銅帯を使用し、大きさは主接地線の $1/2$ の幅とする。
- ② 機器の設置されている区画内に布設し、主接地線に確実に接続する。ただし、 27MHz 帯以上の無線機器のみを装備している場合には 4.3.3 (1) の接地でもよい。

(d) 各機器と主接地線や支接地線との接続方法

- ① 送信機（送受信機を含む、以下同じ）の主接地線は、無線機器用の接地銅板から最短距離で送信機に接続する。この主接地線には他の機器を接続してはならない。送信機（空中線切替器を除く）と他の機器は図 4.27 のように接続する。
- ② 無線機器に使用する空中線切替器には避雷の目的もあるので、接地線には銅帯を使用し、その断面積は 75mm^2 以上とし、主接地線に確実に接続する。主接地線の断面積が 75mm^2 以上ない場合は、直接接地銅板に接続する。



(注) ※印の各機器と支接地線とを接続する機器接地線には、幅が 30mm 以上の銅帯を用いることが望ましい。

図 4.27 送信機と他の機器の接地例

4.3.4 接地工事要領

(1) 接地銅板の取付け方法

接地銅板の取付け方法は造船所によって異なるが、大きく分類すると、

- ① 固着釘などによる取付け 要領 (ハ) (ニ) (ト)
- ② 接着剤による取付け 要領 (ロ) (ホ) (チ)
- ③ FRP による取付け 要領 (ヌ)

に分けられ、更にその共用による場合もある。その代表的なものは図 4.28 に示すが、いずれにしても FRP と銅とは接着しない、ということに留意した工作法が必要である。

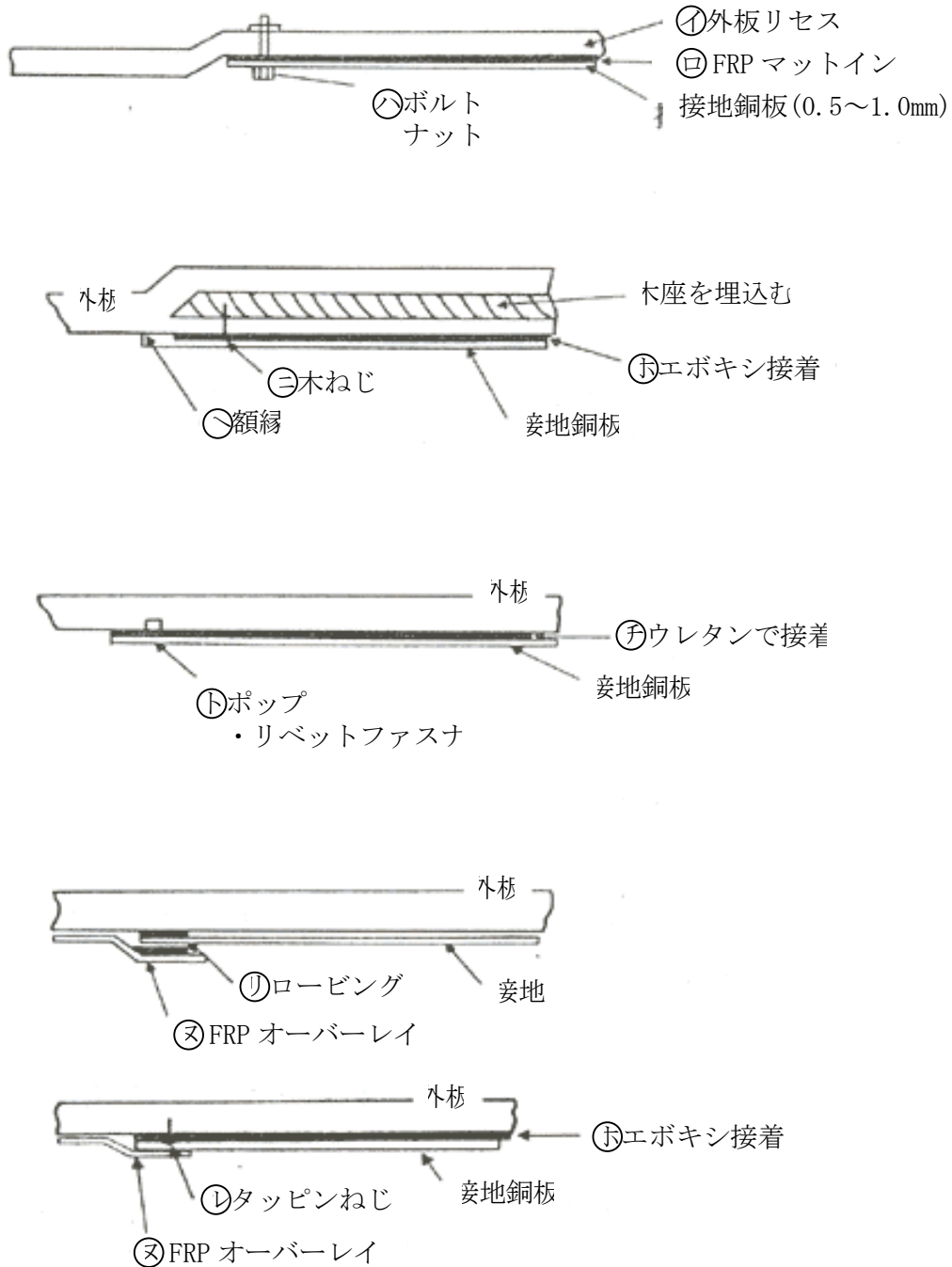


図 4.28 接地銅板の取付け要領

(2) 主接地線工事

主接地線は、できるだけ銅帯を使用したほうがよい。銅帯と接地銅板とは、ろう付けなどにより電氣的に確実に接続する。銅帯をFRPの外板に取付けるときには、あらかじめ接着剤で固定した後、タッピンねじなどで取付け、銅帯部分をFRPでカバリングする。(図 10.13)

また、接地銅板から直接船内の主接地線に導く場合には、貫通ボルトを 1~2 本使用し、図 4.29 の要領で行う。

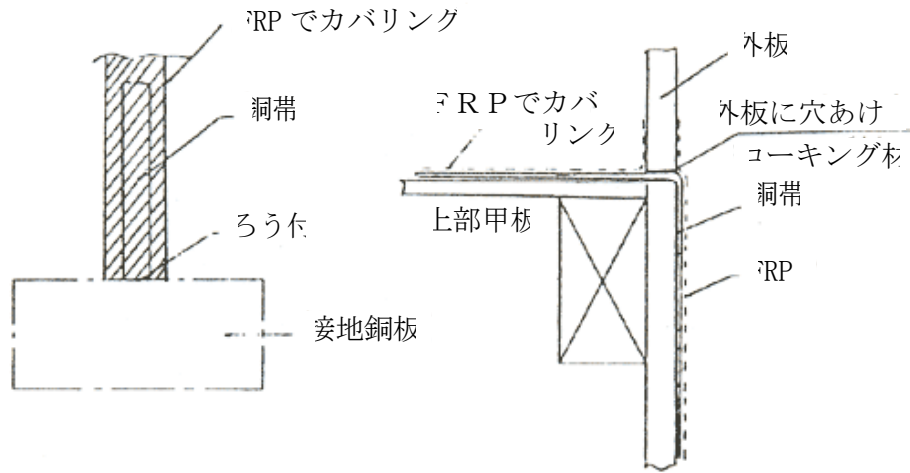


図 4.29 主接地線の取付要領

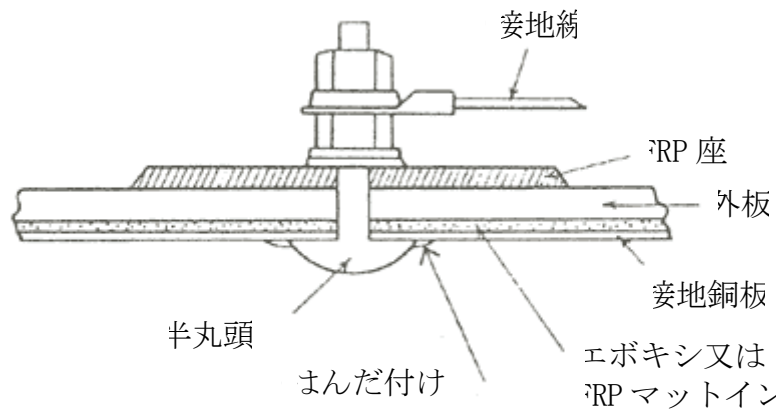


図 4.30 貫通ボルト

(3) 支接地線工事

支接地線は、すずめつき軟銅線又は平角銅線を使用し、図 4.31 に示すような系統で工事を行う。配電盤、分電盤、電気機器、電気機器以外のものの接地にはできるだけ圧着端子を使用し、電氣的に確実に連続させなければならない。

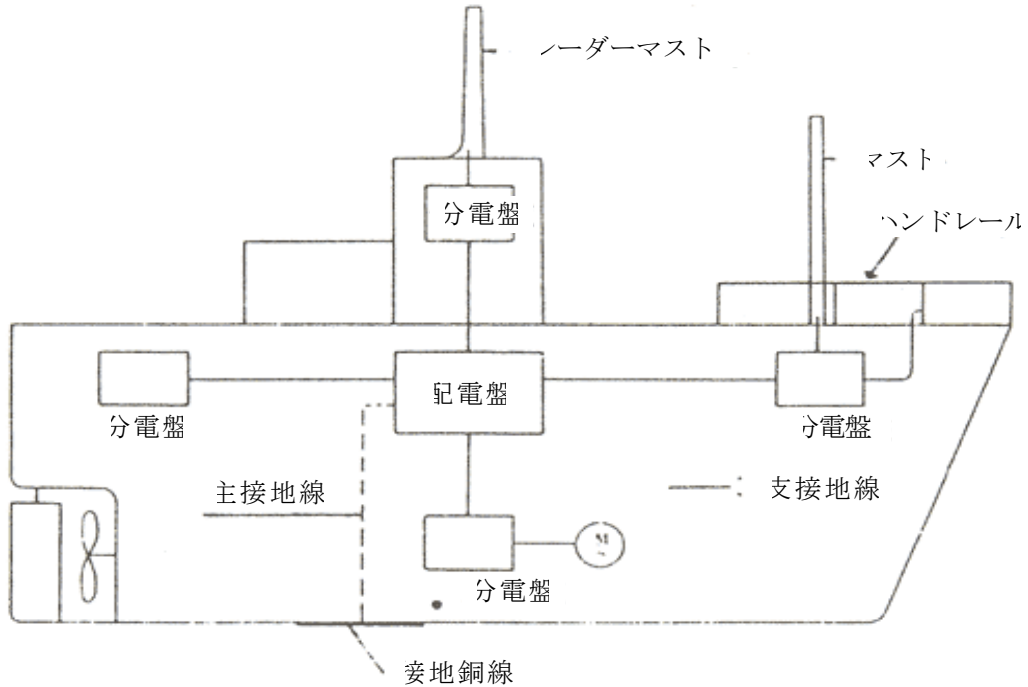


図 4.31 支接地線系統図

(4) 電気機器の接地工事

一般に接地の方法には、接地線による方式とメタルタッチによる方式がある。鋼船の場合は、一般に機器の取付部のメタルタッチで十分接地されることが多い。しかし、FRP 船の場合は、機器の取付台と船体とは絶縁されているので、接地線による方式でなければならない。

- ① 機器の非導電金属部と支接地線との間は接地線で接続する。
- ② ①項で用いる接地線の断面積は、下表を参照。

(NK 鋼船規則検査要領表 H2.1.4-1)

導電部導体断面積	銅製接地接続導体の最小断面積
3mm ² 以下	導電部導体断面積の 100%、ただし、最小は、より線の場合最小 1.5mm ² その他の場合 3mm ² とする。
3mm ² を超え 125mm ² 以下	導電部導体断面積の 50%、ただし、最小 3mm ² とする
125mm ² 超過	64mm ²

断面積の小さい場合は、銅のより線、又は銅の編組線を使用し、大きい場合は銅の編組線を使用する。なお、接地線に塗装を施してはならない。

- ③ 接地線の両端は確実に接続できる接地用の端子、又はそれに相当する金物を設ける。端子などの代りに機器の取付用のボルトを利用してよい。いずれの場合も締付け部には有効な回止めを施すこと。

- ④ 接地線は、できるだけ短くするように考慮する。
- ⑤ 接地線として固定ケーブルとは別の独立した接地線を設ける場合と、固定ケーブル内の接地導体による場合とがあるが、鉛被ケーブルの場合はその鉛被を接地線とする方法は認められていない。
- ⑥ 移動機器の場合はキャブタイヤコード内の導体によって接地する。
- ⑦ 無線機器の接地については、メーカーにより接地方法が指示されている場合はその方法に従う。絶縁性構造物に固定された機器の接地工事例を図 4.32 に

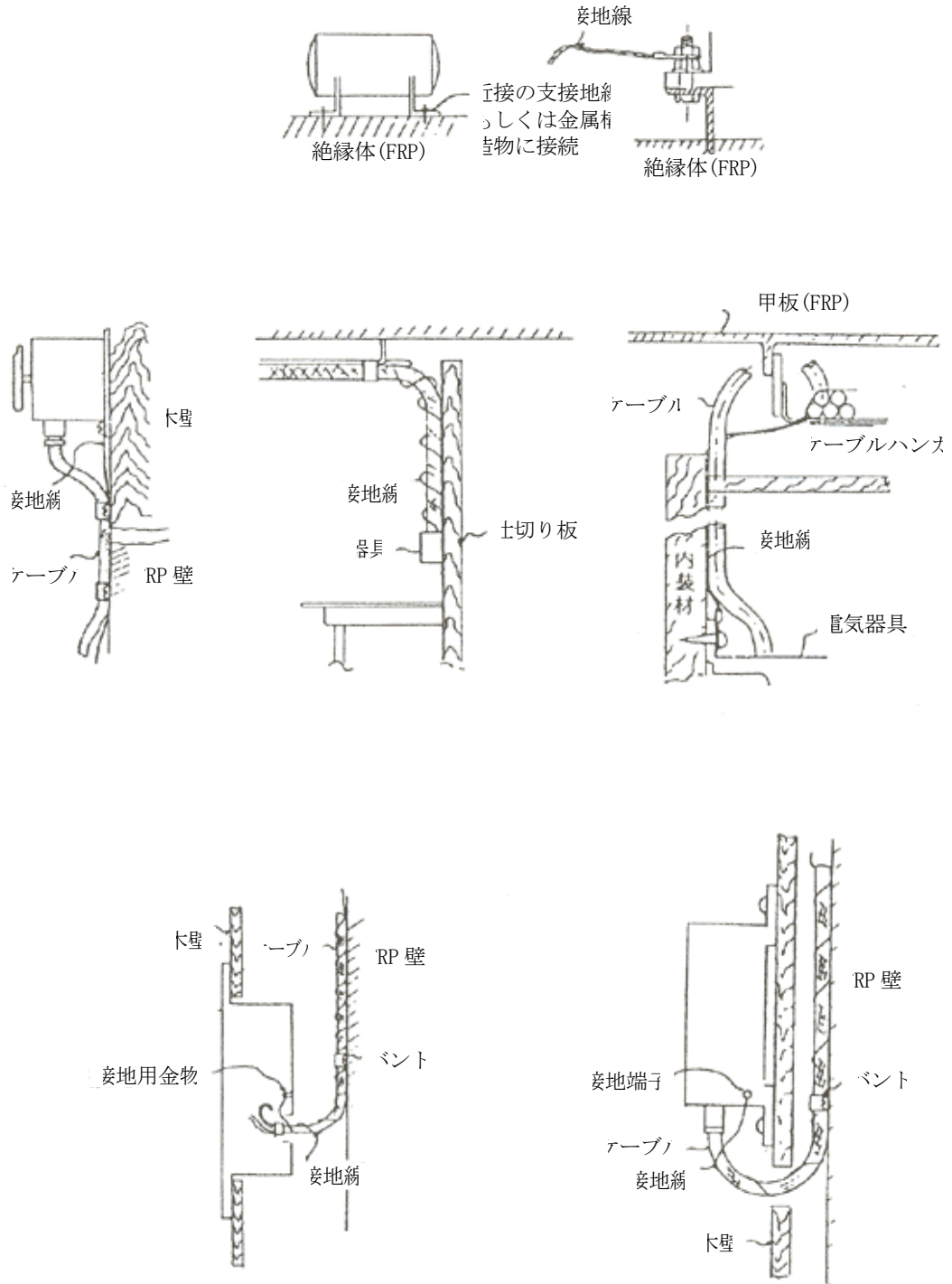


図 4.32 絶縁性構造物に固定された機器の接地要領

第5 まとめ

5.1 本年度のまとめ

本調査研究委員会では平成15年度に「がい装なし電線」の調査研究を実施し、平成16年度にはがい装なし電線の利用拡大を図るため、「端子、コネクタ、ハンガ等」の電装工事材料等に関する調査研究を実施した。

平成17年度は、これらの成果を基に、がい装なし電線、端子、コネクタ、ハンガ等の新しい電装材料を使用した電装工事方法を確立するため「指導書・電気機装工事編」に倣って、「鋼船」の工事要領をまとめ、これを基に、「アルミ船」および「FRP船」の特徴に応じた工事要領とした。

電線の端末処理要領および結線は、鋼船、アルミ船、FRP船共に同じであるため、鋼船のみに記載した。

(1) 鋼船工事要領

従来、一般に行われている「がい装あり電線」を主体とした工事要領を基に、「がい装なし電線」の取り扱い、配線作業時の注意等および結線工事における差し込み式端子台の概要等を織り込んだ。

(2) アルミ船工事要領

アルミ船の場合、特殊な目的を除き、主たる目的は船体の総重量の軽量化にあることを基に、電装工事要領をまとめた。アルミ船では、電路金物を含む電装品はアルミを基調とし、電線も特別な用途の場合を除き「がい装なし電線」が基本として採用されるため、これらの材料を基にまとめた。

(3) FRP船工事要領

FRP船の場合、電装品や電路金物の取り付け方および接地の方法が、鋼船やアルミ船とは異なるところがあるため、FRPの説明およびFRP船独特の施工方法を主体にまとめた。