

冷媒循環系加温器関係設備の点検保守作業

仕 様 書

国立研究開発法人量子科学施術研究開発機構
那珂フュージョン科学技術研究所
ITER プロジェクト部 NB 加熱開発グループ

1 一般仕様

1.1 件名

冷媒循環系加温器関係設備の点検保守作業

1.2 目的及び概要

国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構（以下「QST」という。）では、幅広いアプローチ活動の一環として実施されるサテライト・トカマク計画において、JT-60SA のプラズマ加熱実験運転に向けた中性粒子入射加熱装置（以下「NBI 装置」という。）の調整試験を進めている。NBI 装置は 14 基のビームラインから構成され、各ビームラインには液体ヘリウムにより 3.7K 以下に冷却された大容量クライオポンプが設置されている。このクライオポンプに冷媒（液体ヘリウム及び液体窒素）を供給・循環させるため、冷媒循環系設備を設置している。

本件は、冷媒循環系設備の調整試験を円滑に進めるために、加温器及びヒータ類の点検保守作業を実施するものである。

1.3 契約範囲

1.3.1 契約範囲内

(1) 加温器・ヒータ類の点検	1 式
(2) 電磁接触器の交換	1 式
(3) 制御用操作電源の交換	1 式
(4) 試験検査	1 式
(5) 各種書類の作成	1 式

1.3.2 契約範囲外

1.3.1 項に記載の契約範囲内に記載のなきもの

1.4 納期

令和 8 年 2 月 27 日

1.5 作業場所

茨城県那珂市向山 801-1

QST 那珂フュージョン科学技術研究所 JT-60 実験棟ヘリウム液化機室（I）

1.6 検査条件

1.3.1 項に示す作業の完了及び 1.7 項に示す提出図書の内容確認をもって検査合格とする。

1.7 提出図書

	図書名	内容又は提出期限	数量	QST 確認
1	全体工程表	契約後速やかに なお、工程に変更が生じた場合には、変更後速やかに。	1 部	要
2	作業工程表 (月間・週間)	契約後速やかに ※ 月間実績表は作業翌月 ※ 週間実績表は作業翌週	1 部	不要
3	従事者名簿	作業開始前	1 部	不要
4	作業体制表	作業開始前	1 部	不要
5	緊急連絡体制表	作業開始前	1 部	不要
6	作業要領書	作業開始前	1 部	要
7	試験検査要領書	試験検査開始前	1 部	要
8	作業報告書	納入時	2 部	不要
9	試験検査報告書	納入時	2 部	不要
10	検査記録写真	作業終了後	2 部	不要
11	作業日報	翌営業日	1 部	不要
12	打合せ議事録	打合せの翌日	1 部	要
13	再委託承諾願 (QST 指定様式)	業務の一部を第三者に委託し、又は 請け負わせようとするときは、作業 開始 2 週間前までに提出すること。 また、再委託の内容を変更しようとし た場合は、速やかに提出すること。	1 部	要
14	外国人来訪者票 (QST 指定様式)	入構 2 週間前 (外国籍の者、又は、日本国籍で非 居住の者の入構がある場合に提出 のこと)	電子デ ータ 1 式	要

提出図書は、電子データでも提出すること。なお、電子メールでの提出も可とする。

文書等の電子データは、Microsoft word、Excel 形式とする。

(提出場所)

QST 那珂フュージョン科学技術研究所 ITER プロジェクト部 NB 加熱開発グループ

(確認方法)

「確認」は次の方法で行う。

QST は、確認のために提出された図書を受領したときは、期限日を記載した受領印を押

印して返却すること。また、当該期限までに審査を完了し、受理しない場合には修正を指示し、修正等を指示しないときは、受理したものとする。ただし、再委託承認願については、QST が確認後、書面にて回答する。外国人来訪者票については、QST の確認後、入構の可否を電子メールで通知するものとする。

1.8 支給品

(1) 電力

本作業に必要な電力（1 式）は、作業現場付近の実験盤及び壁コンセントより無償で支給する。ただし、受電に必要な機材は受注者が準備すること。

1.9 貸与品

(1) 受注者の求めに応じ、NBI 装置に関する図書や図面など（1 式）

(2) 資材置き場（1 式）

いずれも無償とする。詳細は協議により決定する。

1.10 適用法規・規格

1.10.1 適用法規

- 1) 労働安全衛生法
- 2) 労働基準法
- 3) 電気事業法
- 4) 消防法
- 5) 放射線障害防止法
- 6) その他関係する諸法令

1.10.2 適用規格・基準

- 1) QST 内諸規程・規格
- 2) JT-60 施設管理要領及びこれに基づき制定した各種要領
(JT-60 安全手引、JT-60 実験棟本体室等における作業手引書等)
- 3) 鋼構造設計基準
- 4) 日本産業規格 (JIS)
- 5) 日本電機工業会標準基準 (JEM)
- 6) 日本電気規格調査会標準規格 (JEC)
- 7) 電気設備の技術基準の解釈
- 8) その他関係する諸規格・基準

1.11 グリーン購入法の推進

- (1) 本契約において、グリーン購入法（国等による環境物品等の調達等の推進に関する法律）に適用する環境物品（事務用品・OA 機器等）が発生する場合は、これを採用するものとする。
- (2) 本仕様に定める提出書類（納入印刷物）については、グリーン購入法の基本方針に定める「紙類」の基準を満たしたものであること。

1.12 契約不適合責任

契約不適合責任については、契約条項のとおりとする

1.13 協議

本仕様書に記載されている事項及び、本仕様書に記載されていない事項について、疑義が生じた場合は、QST と協議の上でその決定に従うものとする。

本件の進め方については、QST 担当者と密に連絡をとり、QST 担当者が必要と判断した場合、QST 又は受注者の施設等において打合せを実施すること。なお、日時については、協議の上、QST 担当者の指示に従うこと。

2 技術仕様

2.1 一般事項

2.1.1 全般

主な留意事項を次に示す。

- 1) 本件の現地作業を遂行する上で必要となる QST の財産（既存の建家及び建家付帯設備、装置、機器、保管品、貸与品、支給品等）の取扱い、使用及び管理については、善良なる管理者の注意をもって行うこと。万が一、本件の現地作業遂行中に受注者の責に帰すべき事由により当該財産を破損または滅失させた場合は、速やかに QST に申し出、協議の上、その決定に従うこと。
- 2) 組立対象装置及び機器類の経年変化等に起因して、当初は予測不可能であった問題が発生した場合は、速やかに QST に申し出、協議の上でその決定に従うこと。
- 3) 本件の現地作業を遂行する上で不要となった機器類（据付調整治具や輸送治具類、架台等）は、組立作業の支障にならないように、構内の QST が指定する場所に運搬し、仮置きすること。なお、不要機器類の処分は本仕様外とする。
- 4) 輸送時の梱包材や不要となった梱包材は、組立作業の支障にならないように構内の QST が指定する場所に運搬し、仮置きすること。なお、使用済み梱包材の処分は本仕様外とする。
- 5) 本件の現地作業を遂行する上で、周辺構造物・機器類との干渉、または対象物とのクリアランスが極小で危険が予測される狭隘部が発生した際は、速やかに QST に申し出た上で干渉対象物の一時撤去・整備作業や本件で取扱う組立対象機器類の追加作業について、協議の上その決定に従うこと。なお、作業上干渉する恐れがある周辺構造物・機器類の事前撤去が不可能であり、狭隘部での作業が必要となる場合に、万が一、受注者の帰すべき事由により干渉対象物を損傷した場合は、速やかに QST に申し出、協議の上、その決定に従うこと。
- 6) QST が伝染性の疾病（新型コロナウイルスやインフルエンザ等）対策を目的として行動計画等の対処方針を定めた場合、受注者はこの決定に協力すること。

2.1.2 工程管理

工程管理にあたり、主な留意事項を次に示す。

- 1) 本件の現地作業は、契約締結日～令和 8 年 2 月 27 日の期間で実施すること。
- 2) 受注者は、QST が主催する JT-60 改修作業部会（原則、毎週火曜日に開催）に出席し、他課室との干渉、仮置き場所や道路通行規制など作業手順の確認等について効率よく作業が進められるよう協議・調整に協力すること。
- 3) 受注者の都合により工程調整が必要となった際は、速やかに QST に申し出、その了解を得て、前記 2) に示す会議体での報告・工程調整を依頼し、その協議・調整に協力すること。また、QST から工程調整を依頼された場合は、可能な限りこれに協力す

ること。ただし、その内容によっては別途協議の上、進めることとする。

- 4) 本現地作業において、工程上無視できない周辺物との干渉、予想外の待機時間が発生した場合は、QST に申し出、調整の上で作業を進めることとする。ただし、その内容によっては、別途協議の上、進めることとする。

2.1.3 一般安全管理

本件に関する現地作業は、次の事項を遵守し遂行すること。

- 1) 受注者は、QST が量子科学技術に関する研究・開発を行う機関であるため、高い技術力及び高い信頼性を社会に求められていることを認識し、QST の規程等を遵守し、安全性に配慮し、業務を遂行し得る能力を有する者を従事させること。
- 2) 本件を遂行する上で綿密かつ無理のない作業計画を組み、機材、労働安全対策等の準備を行い、作業の安全確保を最優先としつつ、迅速な進捗を図ること。また、作業遂行上で、既設物の保護及び第三者への損害防止にも留意し、必要な措置を講じるとともに、火災その他の事故防止に努めること。
- 3) 作業現場の安全衛生管理（リスクアセスメント・マネジメント・KY 活動・TBM 等）は、法令に従い受注者の責任において自主的に行うこと。作業中は、常に整理整頓を心掛ける等、安全及び衛生面に十分留意すること。
- 4) 受注者は、作業着手に先立ち QST と安全について十分打合せを行うこと。なお、作業期間中は現場責任者が常駐し、作業の監督、QST との連絡を行うとともに、作業員の風紀、火気の注意、安全衛生及び規律の保持に努めること。
- 5) 受注者は、作業現場の見やすい位置に、作業責任者名及び緊急時の連絡先等を掲示すること。
- 6) 本件の現地作業で使用する装置、機器、治具類の中で地震等により安全を損なう恐れがあるものについては、可能な限り転倒防止策等を施すこと。
- 7) 本件の現地作業で火気（溶接機、グラインダー、ヒートガン、ヒータ等）を使用する際は、事前に火気使用許可願（QST 様式）の提出等、必要な事務手続きを行ってから当該火気使用作業を開始すること。火気使用作業中は付近に可燃物が無いことを確認して作業を実施すること。また、火気使用作業終了後から 1 時間以上は残火確認し、異常のないことを確認してから現場を離れること。
- 8) 本件の現地作業で、クレーン作業を用いた作業を行う際は、周囲作業員への接近禁止や吊上げ・移動等の操作開始を告知するための措置等を施し、「安全」に最大限に留意して作業を行うこと。
- 9) 本件の現地作業で高所作業を行う際は、作業員の転落や物品の落下を防止するための措置等を施し、細心の注意を払って作業を行うこと。原則、作業安全を重視し上下作業は行わないこと。
- 10) 本件の現地作業で、構内に本件の作業遂行に必要なトラックやレッカー車等を通

行・駐車する際は、事前に道路使用・時間外駐車願（QST 様式）の提出等、必要な事務手続きを行ってから構内道路を使用すること。また、道路を一時的に封鎖する際にも必要な手続きを行って作業を開始すること。

- 11) 受注者は万が一、QST 内での現地作業遂行中に異常事態等が発生した場合、速やかに QST に報告し、指示に従い行動するものとする。
- 12) 作業に伴う放射線管理（人体サーベイ含む）及び物品移動に対する手続きは QST が行う。

2.1.4 放射線管理

本件に関する放射線管理区域内作業は、次の事項を遵守し遂行すること。

- 1) JT-60 は「放射線同位元素等の規制に関する法律」が適用される装置である。そのため、各機器の誤動作又は不安定動作は保安管理上、重大なトラブルを招く恐れがあるため、本件では高度な安全性及び信頼性の確保が必要不可欠である。従って、受注者は本件の実施にあたり、QST が放射線管理及び安全確保のための指示を行ったときは、その指示に従うこと。
- 2) 受注者は、放射線管理区域内で作業を行う場合は、QST が定める『那珂フュージョン科学技術研究所放射線障害予防規程及び放射線取扱手引き』を遵守しなければならない。
- 3) 放射線管理区域内に立入り、かつ作業を行う受注者側作業員は、放射線作業従事者の指定を受けた者とする。この受注者側作業員は、作業開始前に QST が行う保安教育を受講し、かつ受注者側で「放射線に関する知識」の教育を受講してから、当該作業に従事すること。クレーン運転者や玉掛作業員も同様とする。ただし、一時的に見学等で、放射線管理区域内に立ち入るものを除く。
- 4) 本件の主な作業場所となる JT-60 実験棟地下ヘリウム液化機室（I）は、第 2 種放射線管理区域である。なお、トリチウム汚染による放射線管理対応は不要であることを前提とする。

2.2 冷媒循環系設備の概要

本件の対象設備である冷媒循環系設備は、ビームライン内に設置されている 14 基のクライオポンプを作動させるために液体ヘリウムと液体窒素を供給・循環するためのもので、液体ヘリウムループと液体窒素ループから構成される。液体ヘリウムループは、クライオポンプを真空排気ポンプとして動作させるためにクライオポンプ内のクライオパネルを 3.7K 以下に冷却するもので、その循環系は大型ヘリウム圧縮機・ヘリウム冷凍機・液体ヘリウムデューワー・長尺の真空断熱配管から構成され、全体が一つの系に閉じた閉ループとなっている。液体窒素ループは、ヘリウム冷凍機内熱交換器の冷却及びクライオパネル周辺に設置された熱シールド用のシェブロンバッフル及びシールド板の冷却を行うもので、

液体窒素タンクから真空断熱配管を通して各機器に送られる。液体窒素ループは、片側開放の開ループとなっている。図 2.2-1 に JT-60NBI 冷媒循環系の鳥瞰図を図 2.2-2 に NBI 冷媒循環系フロー図を示す。

2.2.1 電磁接触器の交換

He 加温器、N₂ 加温器、液体ヘリウムデュワー及び減圧ライン加温器用ヒータ回路の「ON/OFF」に使用されている電磁接触器について、接点の摩耗が進んでいるため、新規品と交換し冷媒循環系設備の調整及び試験検査を実施すること。

なお、相当品を可とするが、電磁接触器の外径寸法が変更されている場合、盤内の電磁接触器取付金具を新規に製作し固定すること。また、新規品に同等の容量のものが無い場合は、安全を考慮しワンサイズ上の容量の機器を選定すること。

[電磁接触器の型式]

1) He 加温器

①ベースヒータ

- ・ H402×2、×4、×6、×14、×T1 : H35 ((株) 日立製) 図 2.2-11
- ・ H402×T2 : H50 ((株) 日立製) 図 2.2-12

②コントロールヒータ

- ・ H402×2、×4、×6、×14、×T1 : H20 ((株) 日立製) 図 2.2-13
- ・ H402×T2 : H25 ((株) 日立製) 図 2.2-14

2) N₂ 加温器

①ベースヒータ

- ・ H506×2、×4、×6、×14、×T1 : H35 ((株) 日立製) 図 2.2-11
- ・ H506×T2 : H50 ((株) 日立製) 図 2.2-12

②コントロールヒータ

- ・ H506×2、×4、×6、×14、×T1 : H20 ((株) 日立製) 図 2.2-13
- ・ H506×T2 : H25 ((株) 日立製) 図 2.2-14

3) 液体ヘリウムデュワーヒータ : K15BN-EP ((株) 日立製) 図 2.2-15

4) 減圧ライン用加温器 : K100N-EP ((株) 日立製) 図 2.2-16

2.2.2 制御用操作電源の交換

冷媒循環系用制御盤内の制御用操作電源「AC/DC コンバータ 24V」を下記に示す制御盤について交換すること。

なお、相当品を可とするが、制御用操作電源の外径寸法が変更されている場合、盤内の電磁接触器取付金具を新規に製作し固定すること。

1) 対象制御盤 : LP101、LP102、LP501、LP901

2) 電源の型式と数量

- ・ HWS50A-24/A・・・1 台
- ・ HWS80A-24/A・・・1 台
- ・ HWS150A-24/A・・・3 台
- ・ HWS300A-24/A・・・2 台

2.2.3 加温器・ヒータ類の点検及び検査

クライオポンプからの戻り低温 (He 及び N₂) ガスを常温にするための加温器ヒータとコールドボックス減圧ライン出口ヒータの点検及び液体ヘリウムデュワー内液面制御用ヒータについて点検及び検査を実施すること。

1) He 加温器・N₂ 加温器ヒータ

① 対象機器

図 2.2-3 から図 2.2-8 に制御盤 (EP103) の展開接続図を示す。

- ・ He 加温器：H402×2、×4、×6、×14、×T1、×T2 合計 6 基
各ベースヒータとコントロールヒータ
- ・ N₂ 加温器：H506×2、×4、×6、×14、×T1、×T2 合計 6 基
各ベースヒータとコントロールヒータ

- ② 制御盤 (EP103) 内の端子台部にてヒータの各相対地間絶縁抵抗を測定すること。
- ③ 同様に同端子台部にてヒータの各相間抵抗値測定を実施すること。

2) 液体ヘリウムデュワーヒータ、減圧ライン加温器 各 1 基

- ① 制御盤 (LP102) 内の端子台部にて各相対地間絶縁抵抗を測定すること。ただし、SCR 保護のため、端子台部の盤側配線を測定前に外して実施すること。
図 2.2-9 と図 2.2-10 に制御盤 (LP102) の展開接続図を示す。
- ② 同様に同端子台部にてヒータの各相間抵抗値測定を実施すること。

3) 判定基準

- ① 抵抗値測定：相間抵抗値をテスターにて測定すること。
- ② 判定値：ベースヒータ、コントロールヒータそれぞれの相間抵抗平均値の±10%以内であること。
- ③ 絶縁抵抗測定：500V メガーにて各相対地間の抵抗値を測定し、各測定値が 5MΩ以上あること。

2.4 各種書類の作成

上記整備作業及び試験検査の内容をまとめた作業報告書及び試験検査報告書を作成し提出すること。

以 上

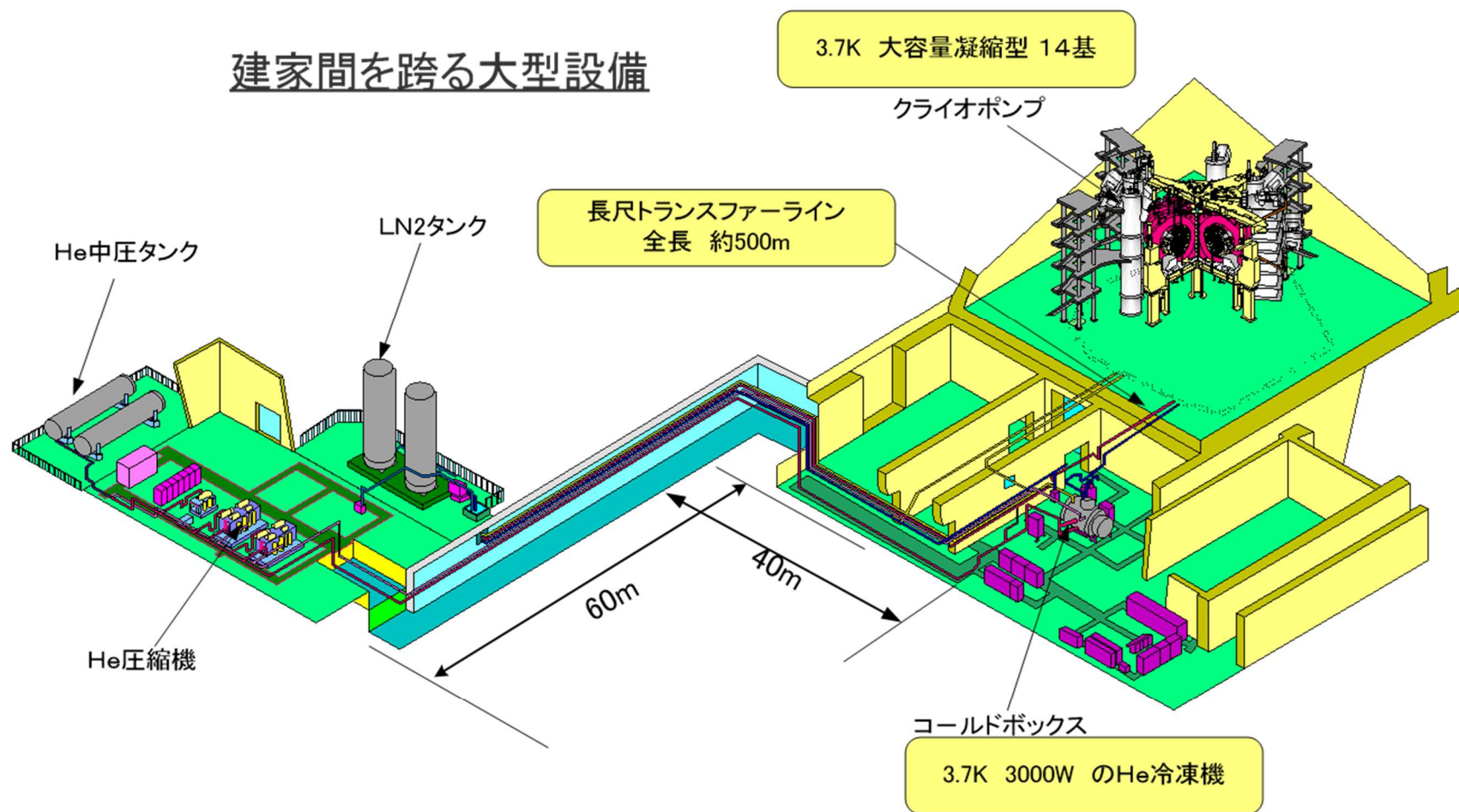


図 2.2-1 JT-60NBI 冷媒循環系 鳥瞰図

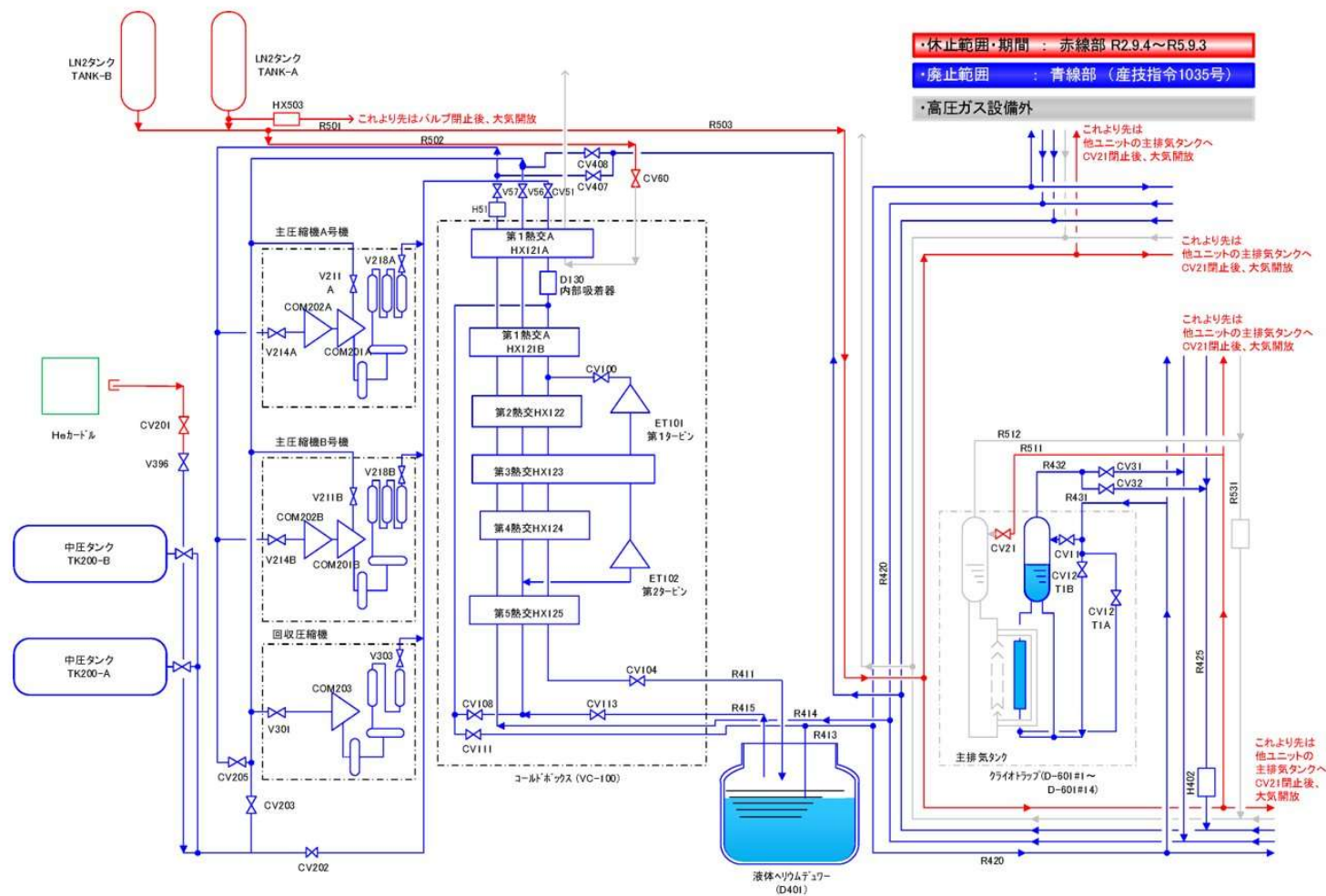
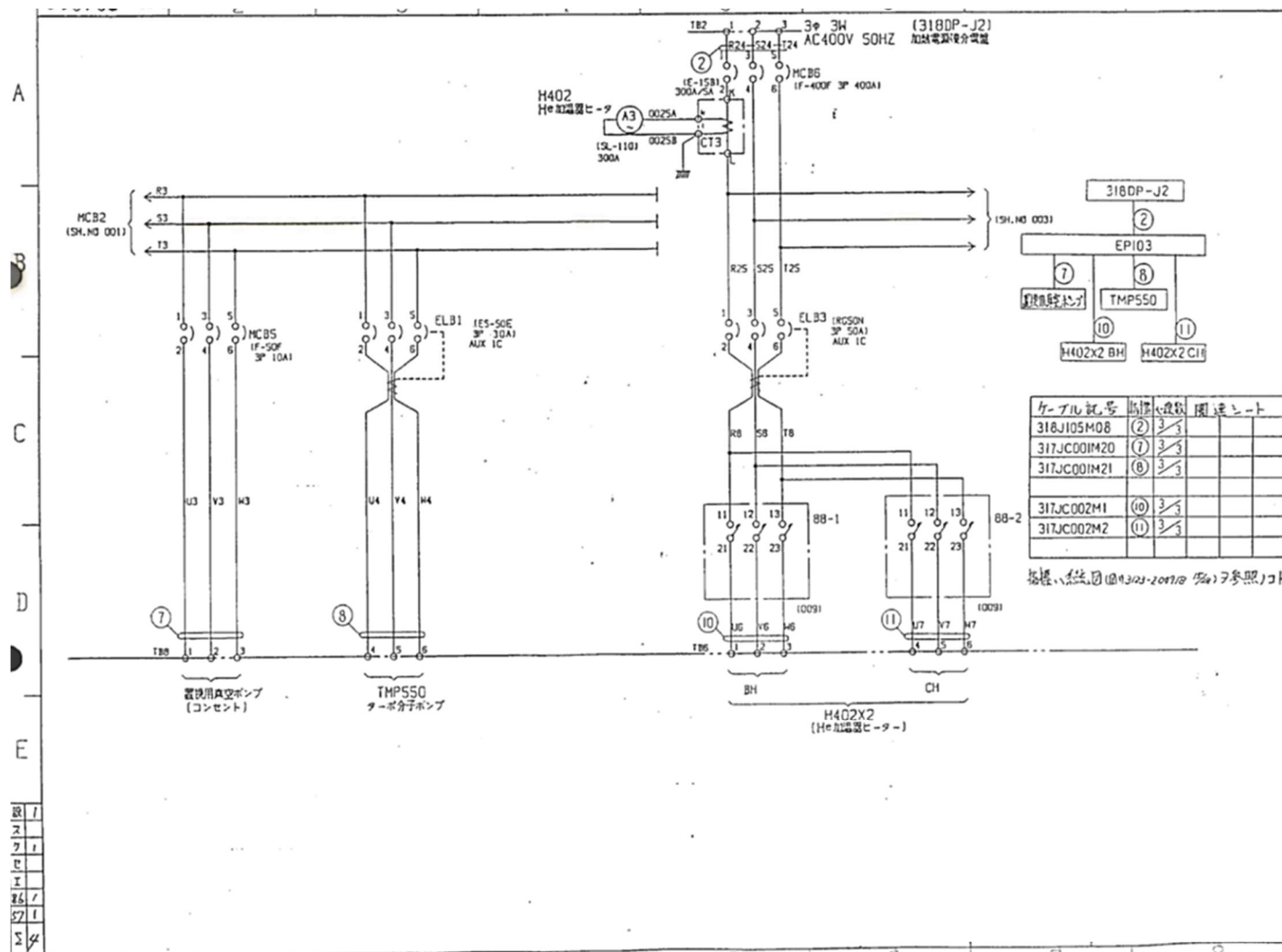
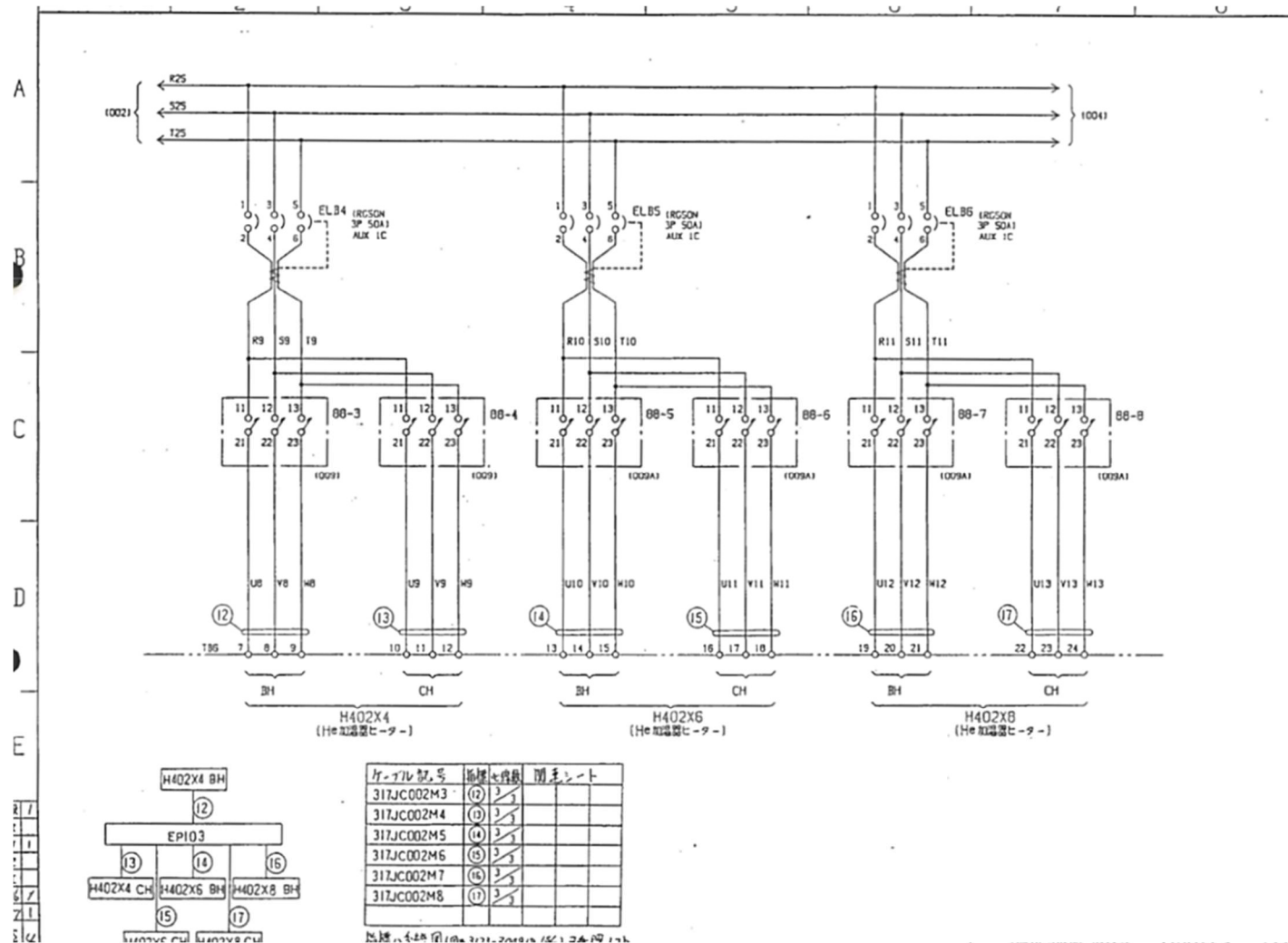


図 2.2-2 NBI 冷媒循環系フロー図





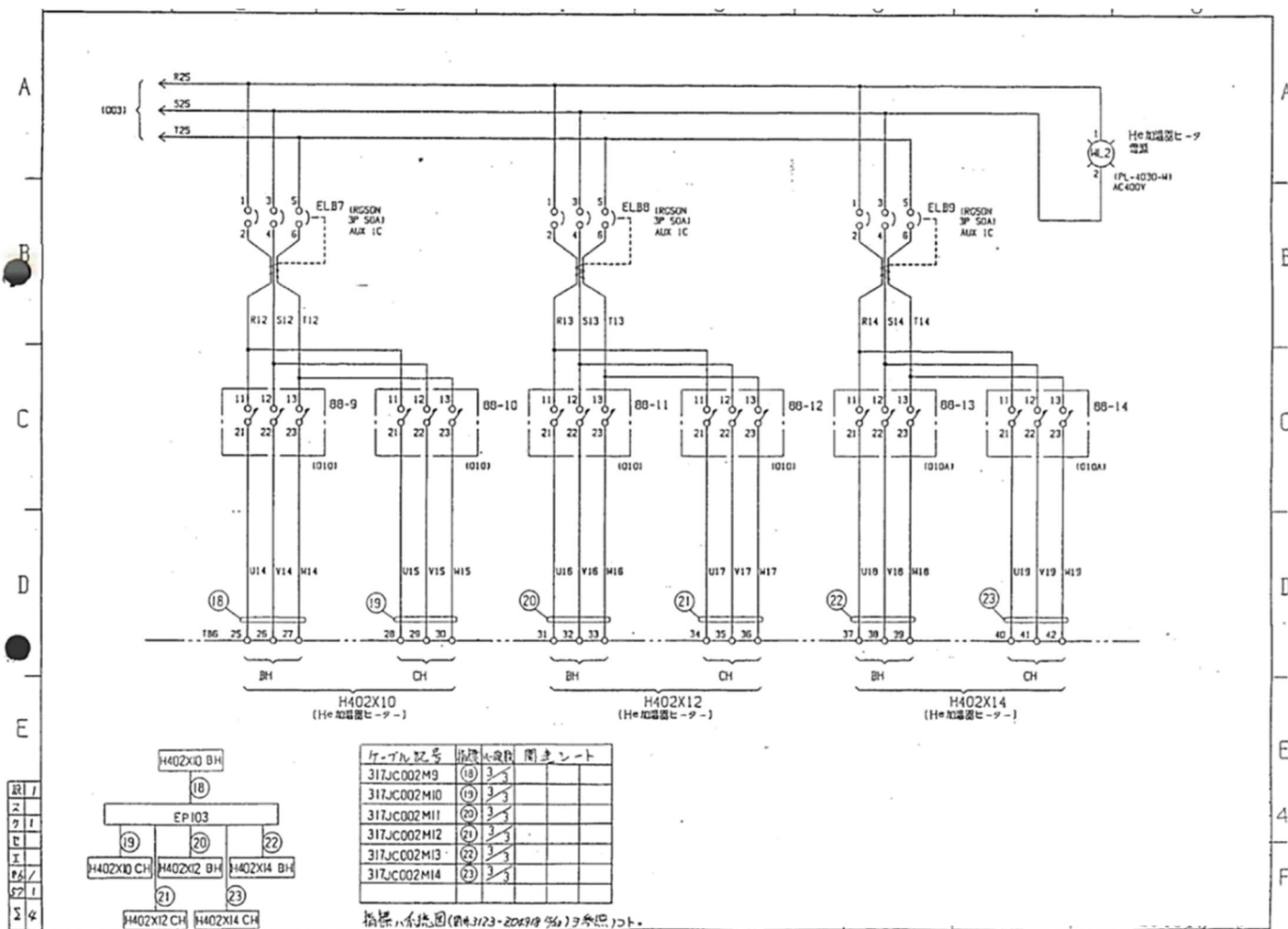


図 2.2-5 EP103 の単線結線図(3)

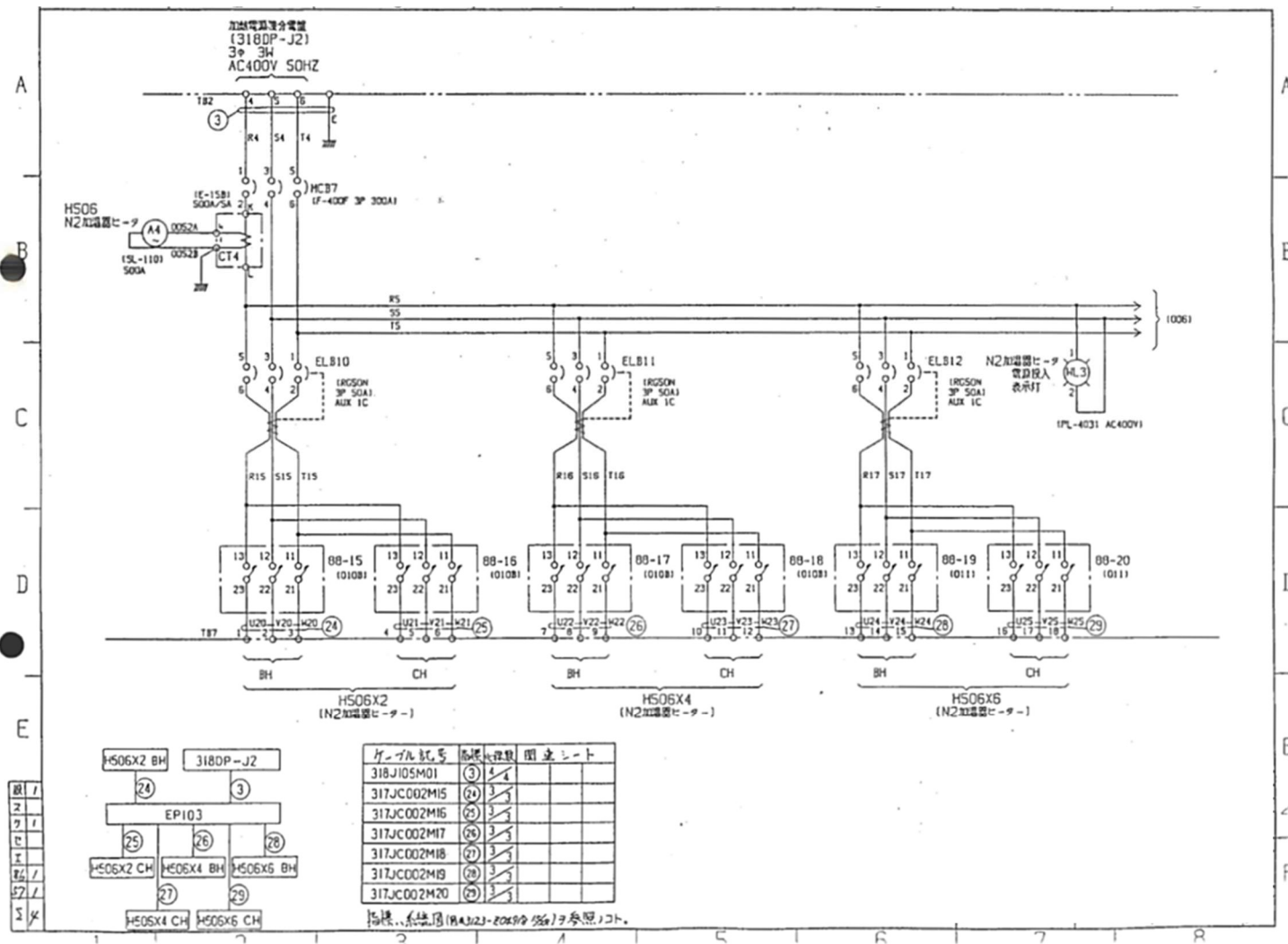


図 2.2-6 EP103 の単線結線図(4)

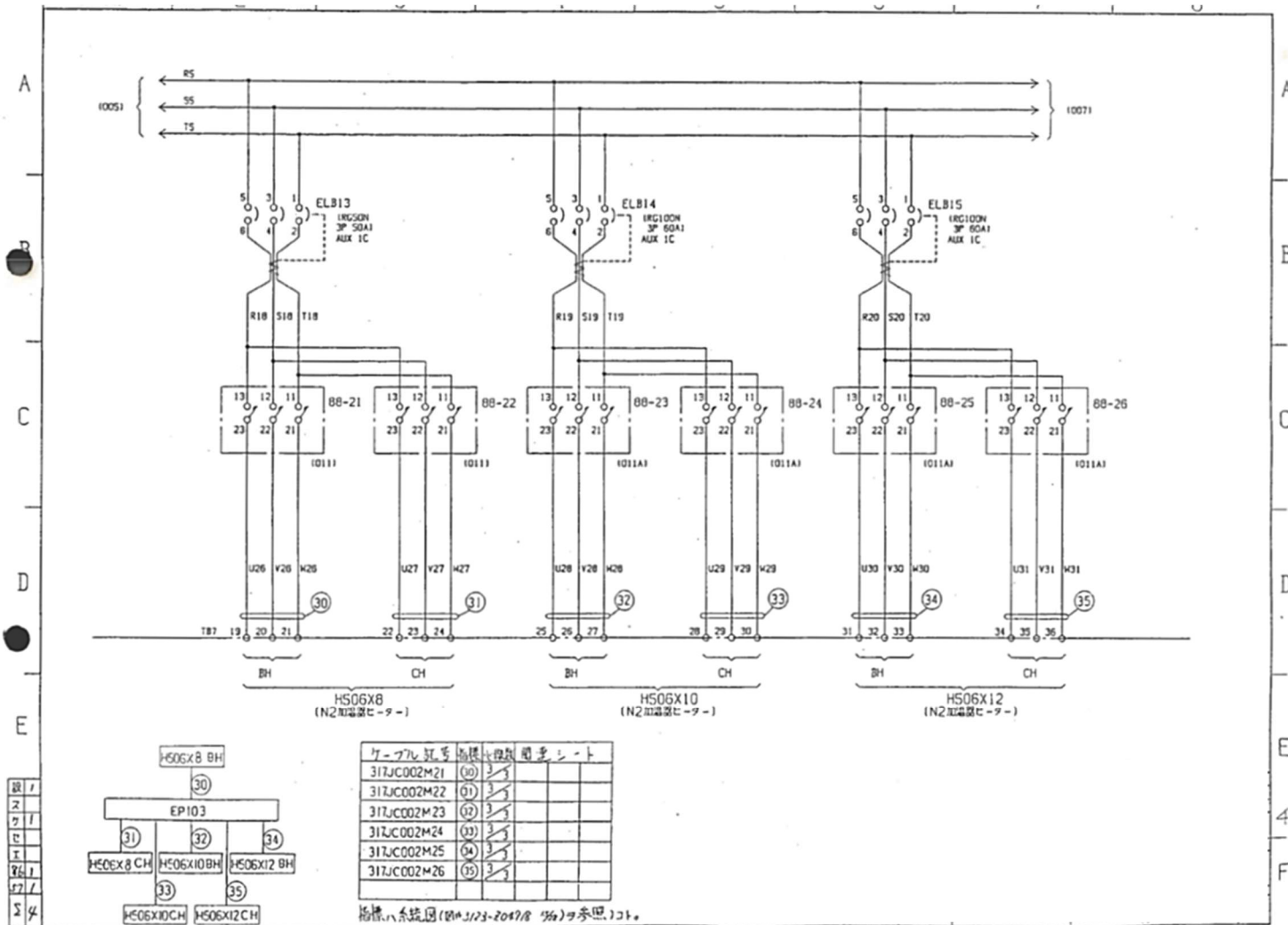


図 2.2-7 EP103 の展開接続図(5)

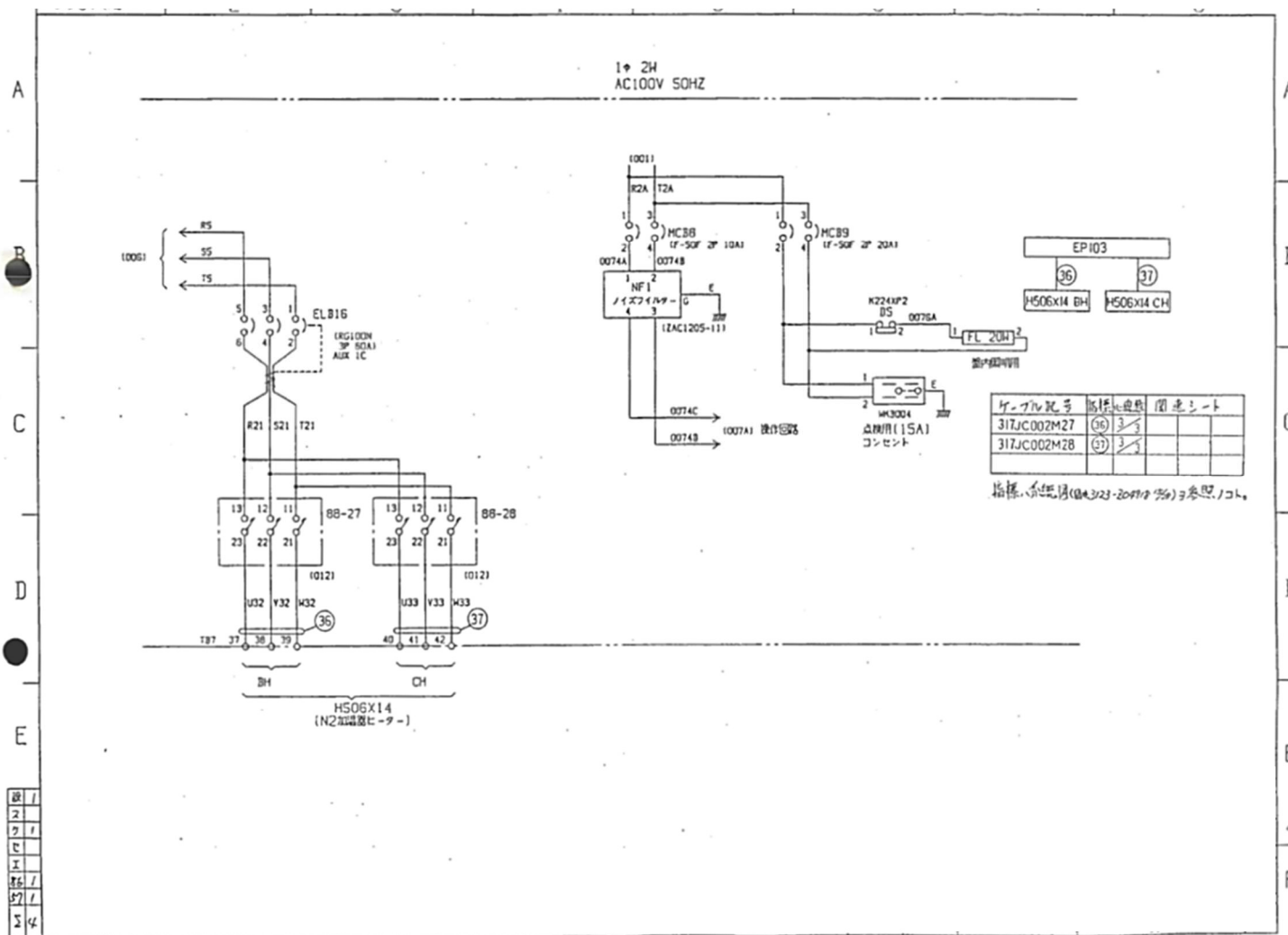


図 2.2-8 EP103 の展開接続図(6)

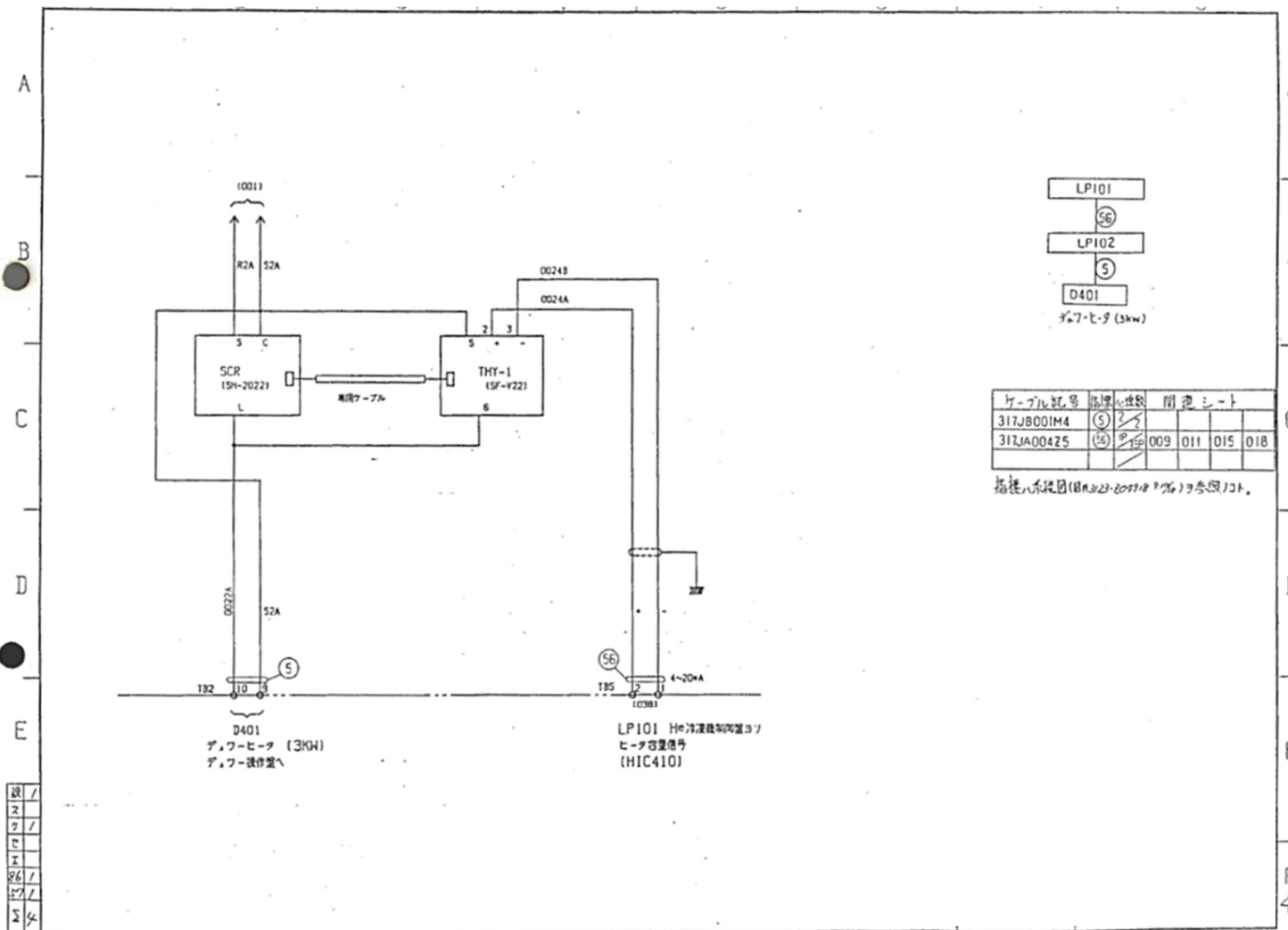
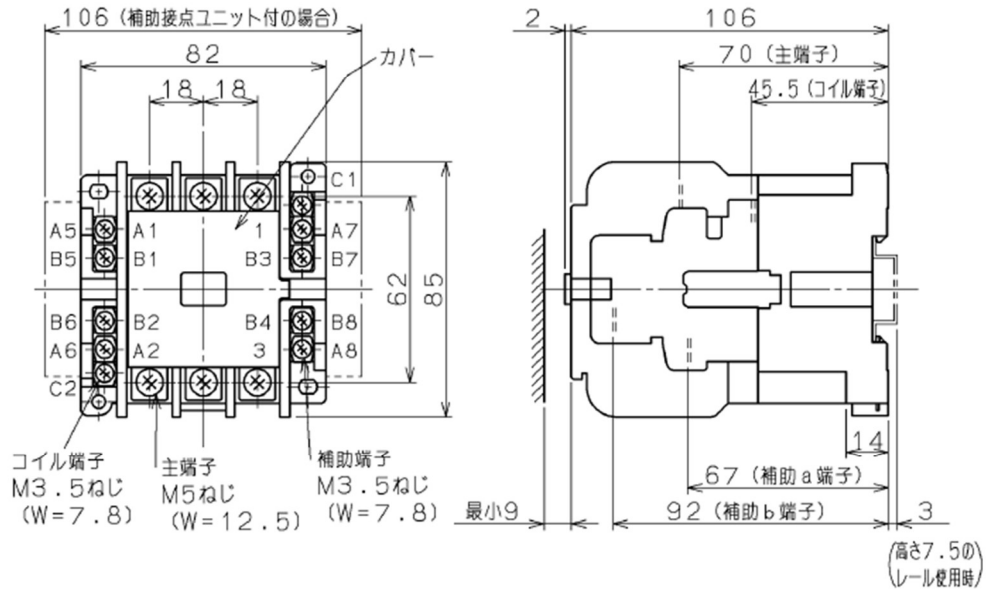


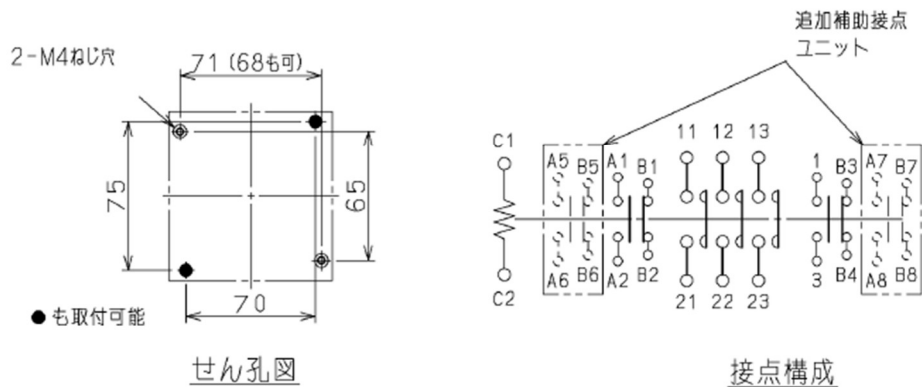
図 2.2-10 LP102 の展開接続図(2)

日立電磁接触器

形 式	定格絶縁電 圧	最高適用電動機容量	定格通電電 流	性 能	補助接点	適 用 仕 様			質 量
						電動機容量	定格電圧	周波数	
H35	AC 660 V	220V 7.5 kW 35 A	50 A	JEM AC3-1 ・1-0	2a2b (最大) (4a4b)		主	V	0.77 kg
		440V 15 kW 32 A					操	V	
		550V 15 kW 26 A				kW		Hz	



取付状態



せん孔図

接点構成

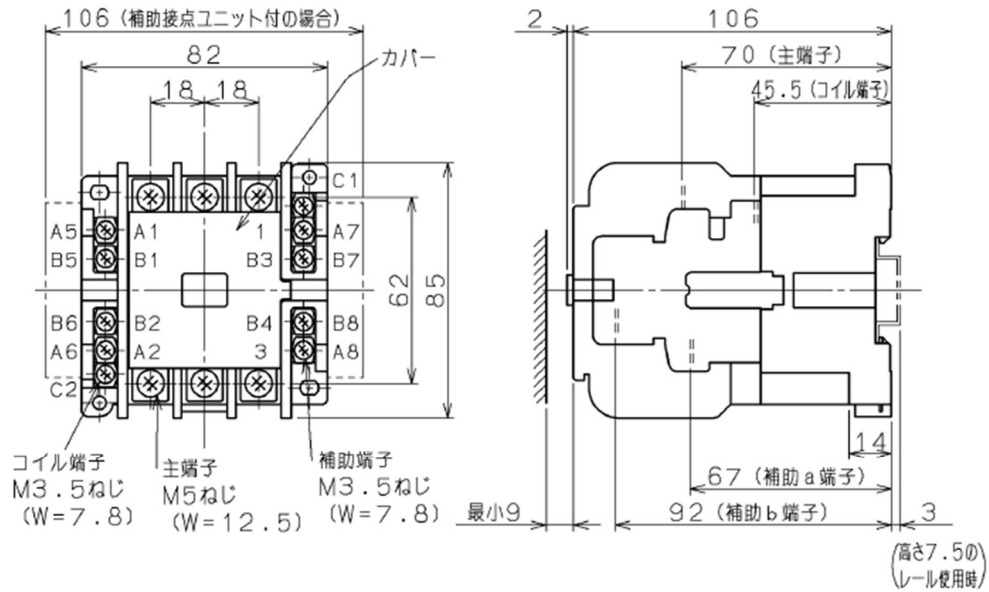
(W=) は使用可能圧着端子最大幅を示します。

用 途	付属品	第三角法
備 考	伝票記載形式はB) H35としてください。	

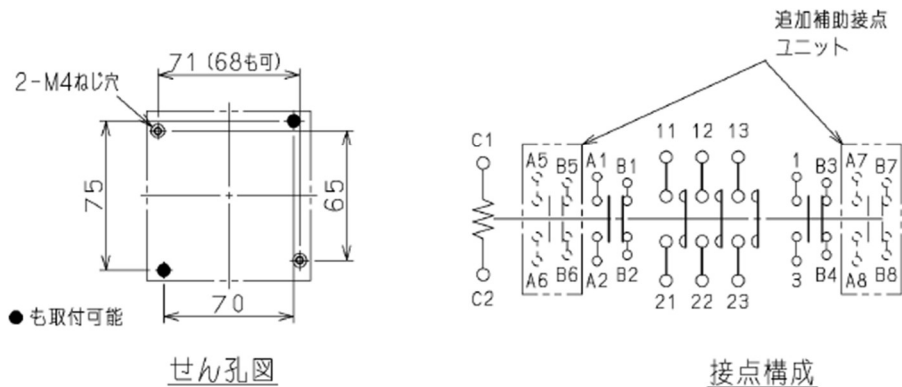
図 2.2-11 電磁接触器 H35

日立電磁接触器

形 式	定格絶縁電圧	最高適用電動機容量	定格通電電流	性 能	補助接点	適用仕様			質量
						電動機容量	定格電圧	周波数	
H50	AC 660 V	220V 11 kW 50 A	70 A	JEM AC3-1 ・1-0	2a2b (最大) (4a4b)	主 操 kW	V	Hz	0.77 kg
		440V 22 kW 47 A					V		
		550V 22 kW 37 A					V		



取付状態



せん孔図

接点構成

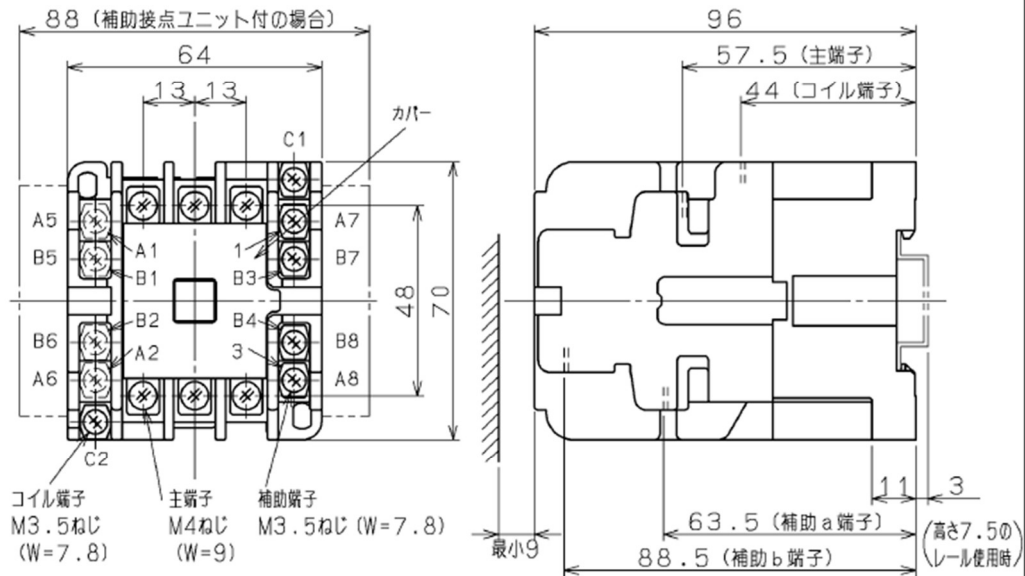
(W=) は使用可能圧着端子最大幅を示します。

用途	付属品	第三角法
備考	伝票記載形式はB) H50としてください。	

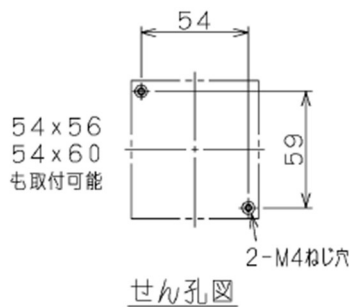
図 2.2-12 電磁接触器 H50

日立電磁接触器

形 式	定格絶縁電圧	最高適用電動機容量	定格通電電流	性 能	補助接点	適用仕様			質量
						電動機容量	定格電圧	周波数	
H20	AC 660 V	220 V 4 kW 20 A	32 A	JEM AC3・1 ・1-0	1 a 1 b (最大 4 a 4 b)	主 操 kW	V	Hz	0.49 kg
		440 V 7.5 kW 17 A					V		
		550 V 7.5 kW 12 A					V		

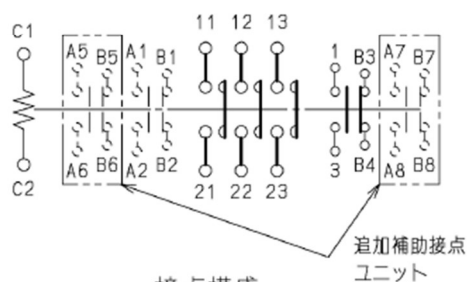


取付状態



せん孔図

(W=) は使用可能圧着端子最大幅を示します。



接点構成

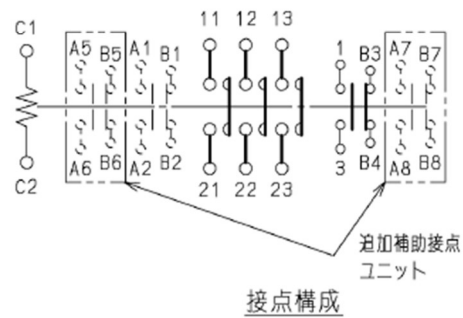
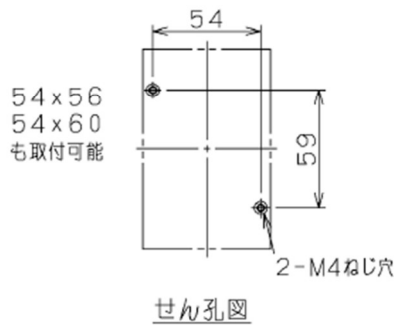
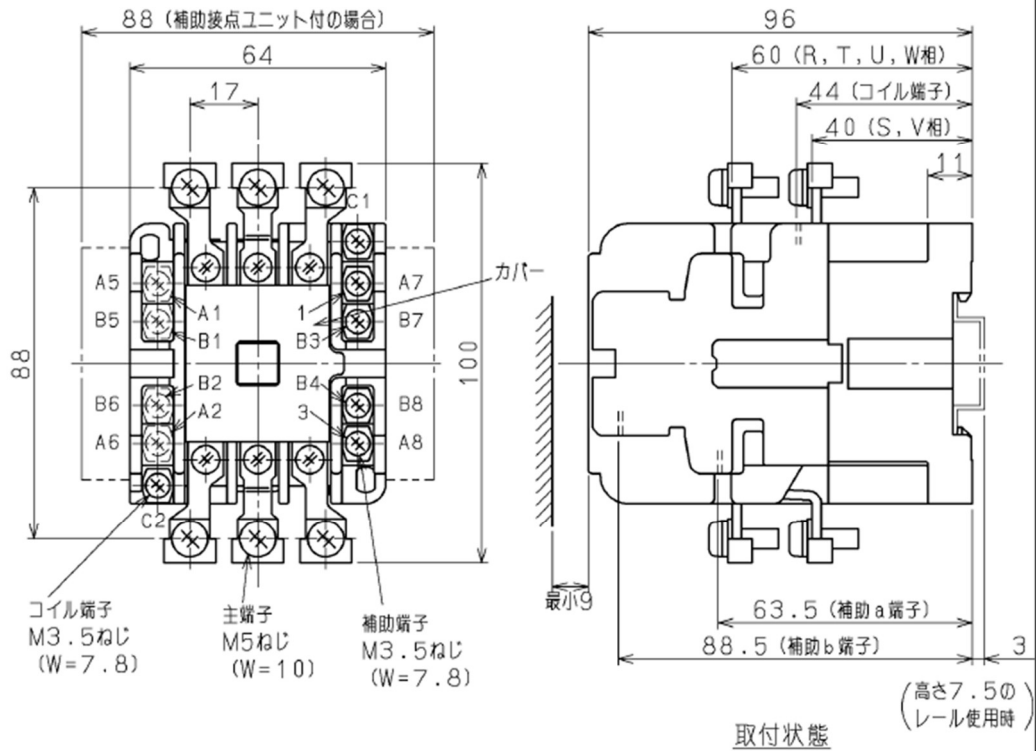
追加補助接点ユニット

用 途	付属品	第三角法
備 考 伝票記載形式はB) H20としてください。		

図 2.2-13 電磁接触器 H20

日立電磁接触器

形 式	定格絶縁電圧	最高適用電動機容量	定格通電電流	性 能	補助接点	適用仕様			質量
						電動機容量	定格電圧	周波数	
H25	AC 660 V	220 V 5.5 kW 26 A	35 A	JEM AC3-1 -1-0	1 a 1 b (最大) 4 a 4 b		主	V	0.53 kg
		440 V 11 kW 24 A					操	V	
		550 V 7.5 kW 12 A				kW		Hz	



(W=) は使用可能圧着端子最大幅を示します。

接点構成

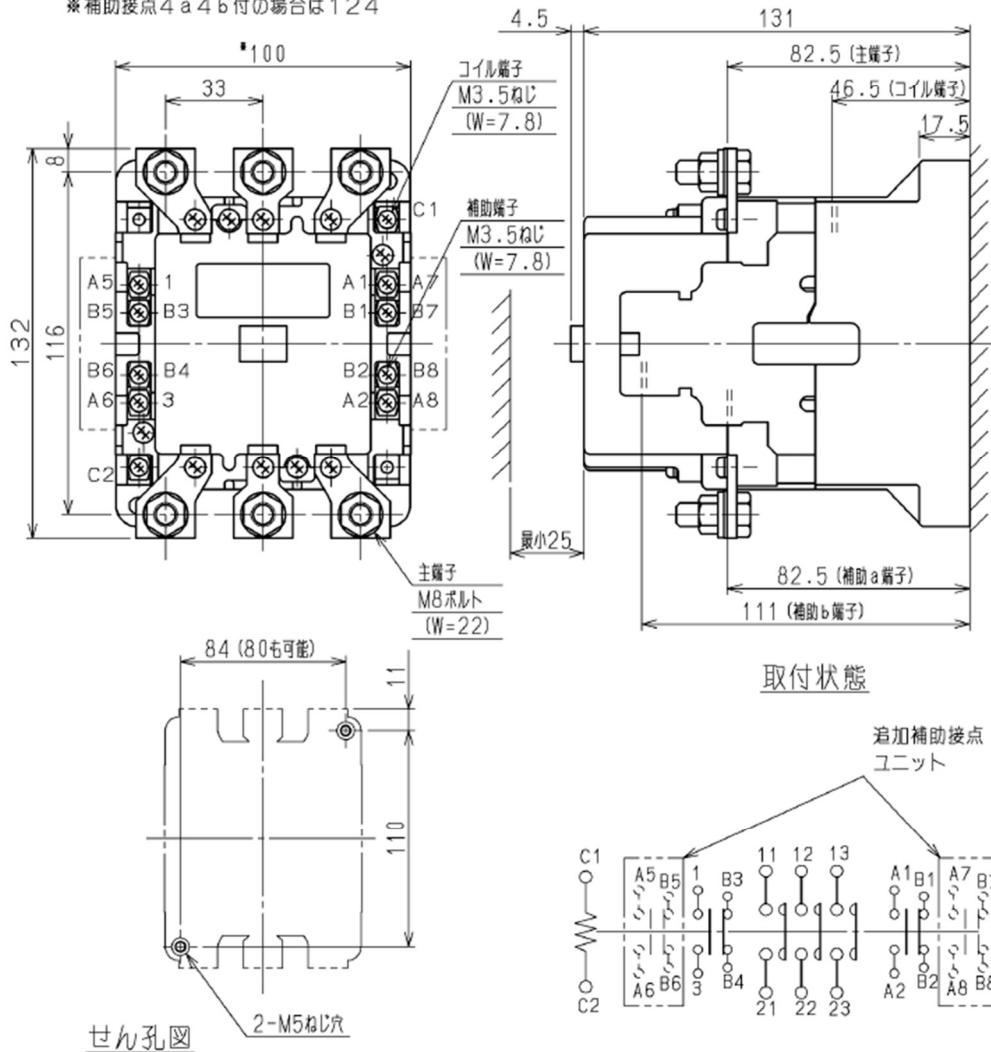
用 途	付属品	第三角法
備 考	伝票記載形式はB) H25としてください。	

図 2.2-14 電磁接触器 H25

日立電磁接触器

形 式	定格絶縁電 圧	最高適用電動機容量	定格通電電 流	性 能	補助接点	適 用 仕 様			質 量
						電動機容量	定格電圧	周波数	
K100N-EP	AC 600 V	220V 25 kW100A	135 A	JEM AC3-1 ・1-0	2a2b (最大) 4a4b		主	V	2.0 kg
		440V 50 kW100A					操	V	
		550V 45 kW72 A						Hz	

※補助接点4a4b付の場合は124



取付状態

追加補助接点
ユニット

接点構成

(W=) は使用可能圧着端子最大幅を示します。

用 途	付属品	第三角法
備 考		

図 2.2-16 電磁接触器 K100N-EP