平成１６年度（財）救急振興財団調査研究助成事業

ポーターマット・ターポリン担架・平担架・スクープストレッチャー・バックボードの機能を合わせ持つ多機能担架の開発

1. 担架開発の経緯及び内容

救急車に装備されている搬送用資器材の代表格は、車輪による移動機能と多彩な体位管理機能を備えたメインストレッチャーで、現在の主流はエクスチェンジャーとスカッドメイトといわれる2種類で、欧米で開発されたモデルである。

しかし、日本の住宅は欧米に比べて狭く、傷病者を住宅内から救急車まで搬送するのにメインストレッチャーだけでは対応できず、ポーターマット、ターポリン担架、平担架などの搬送補助資器材が併用されている。

救急活動のうち、急病はその約6割を占め、その大半が住宅内で発生しているので、日本の救急車のメインストレッチャー上には、必ず某かの搬送補助資器材がセットされている。また、外傷傷病者に対しては、頸椎保護を念頭においた全脊柱固定の必要生が認識され、スクープストレッチャーやバックボードなどの全身固定用資器材が使用されている。

搬送補助資器材や全身固定資器材はそれぞれ長所と短所を兼ね備えている。例えば、ポーターマットやターポリン担架は柔軟な材質のため、体位管理がしにくく、傷病者を搬送するためには最低3名が必要である。平担架は2名で傷病者を搬送することができるが、メインストレッチャーの多彩な体位管理機能をスポイルしてしまう。スクープストレッチャーやバックボードは、硬い素材のために、疾病による傷病者を搬送するには適してなく、且つ、体位管理機能はない。これらの資器材は、どれも一長一短があって、それ故に、全て必要ということになり、狭い救急車内を多くの搬送補助資器材や全身固定用資器材が占領している。

そこで、住宅内から救急車までの傷病者搬送に適し、且つ、スクープストレッチャーやバックボードの全脊柱固定機能を備え、さらに、メインストレッチャーの体位管理機能をスポイルすることのない多機能担架を製作した。

具体的にはメインストレッチャーまでの傷病者搬送には傷病者が楽な体位が取れ、しかも隊員2名で搬送が可能な平担架という形式を基本とし全脊柱固定を可能とした。また、メインフレームに4ケ所に屈折機能を持たせメインストレッチャーの多彩な体位変換機能を生かせる構造とした。更に、スクープストレッチャーの「分割して傷病者をすくい上げ、分割して傷病者を降ろす機能」を付加した。

2. 開発経過

平成 16 年 4 月 21 日(水)

第 1 回担架開発伝達会議を実施

1.伝達内容

(1)調査研究の目的及び内容

(2)調査研究に要する経費

(3)助成金振込み先

(4)調査研究に伴う条件について

財団法人救急振興財団の機関誌「救急救命」に研究成果を発表することが条件

(5)今後の予定

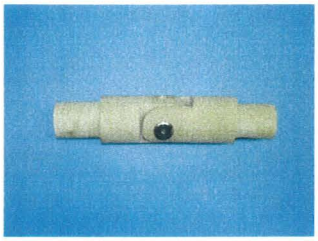
担架の形状を煮詰め、施工業者を探し、試作品の製作に入る。そして試作品を中央消防署救急隊にて使用し、改良を加える。

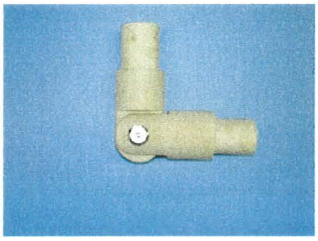
出席者 中央署長佐藤守夫 救急課長越阪部幸男 救急課副主幹荒幡憲作
救急課主査岸晃 総務課主査上松年通 中央署救急副主幹大河原治平
中央署救急隊長小寺与一 中央署救急隊長沢田直司

平成 16 年 5 月 27 日(木)
担架の構造についての第2回担架開発会議を実施
モノコック形状にするかフレーム形状にするかを検討する。

平成 16 年 6 月 9 日(水)
担架の形状がフレーム構造と決まる。
そして次に屈折機構について検討した。

平成 16 年 6 月 17 日(木)
木材で簡単な屈折機構のモデルを作製した。





平成 16 年 6 月 30 日(水)
屈折機構が決まり、所沢市内の金属加工に携わる製作所に相談をする。金属加工そして製作金額などについて話をしたが多額の費用がかかり、折り合いが付かず新たに施工業者を探すこととなる。

平成 16 年 8 月 3 日(火)
金属加工業者が見つからないため第3回担架開発検討会議を実施

平成 16 年 9 月 26 日(日)
金属加工施工業者、「㈱ひらの」が見つかり、その社員とストレッチャー輸入業者などを交えて第4回担架開発会議を実施
1.開発概略説明　中央所救急副主幹大河原治平
2.開発担架構造説明　中央署救急隊長沢田直司
主席者
中央署長佐藤守夫　救急課長越坂部幸男　中央署救急副主幹大河原治平　中央署救急隊長小寺与一　救急課主査岸晃　中央署救急隊長沢田直司　元スミスメディカル・ジャパン　八木　淳　ファーノジャパン　袈裟丸　和生
(社)日本山岳遭難対策・医科学委員常任委員　憙　秀彦
(株)ひらの　山本　裕一

本会議で八木淳　袈裟丸和生　憙秀彦からスクープストレッチャー及びバックボードについて次のような意見があった。
・搬送用資機材と固定用資機材の違いについては、特に決まったことはなく固定用資機材も搬送に使用しても差し支えない。
・ストレッチャーは薬事法の認可は必要でない。

会議風景

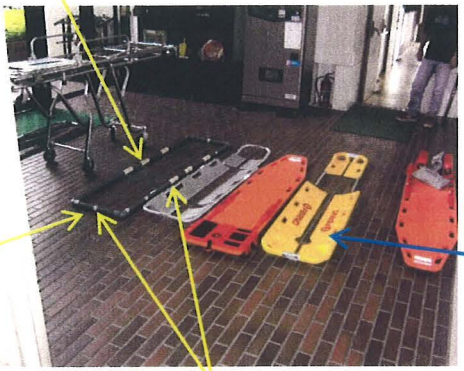
平成 16 年 10 月 29 日(金)

中間報告

進捗状況

多機能担架の進捗状況については、担架の骨格をなすメインフレームそして屈折機構の考案が終えたと報告する。

開発中の担架

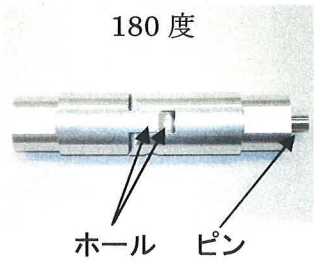


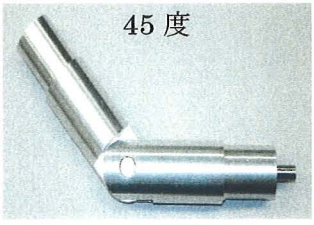
平成 17 年 1 月 26 日(水)

試作継手1号 「㈱ひらの」製作

継手の原型となるもの。

ピンがホールに入り、固定されることにより角度調整ができる。





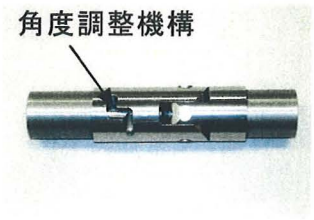
平成 17 年 2 月 1 日(火)

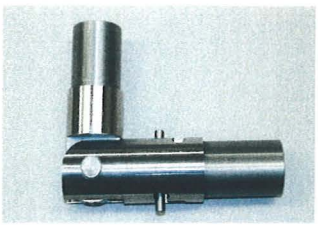
継手角度調整機構の検討会議を開く。

平成 17 年 2 月 16 日(水)

継手ロック機構操作の第5回担架開発検討会議を実施

試作継手 2 号「㈱ひらの」製作





継手に角度調整機構を追加し、180 度・90 度・45 度に固定できるようになる。しかし、この段階だと容易にロック機構が操作できないため次に容易に操作できるものを考案する。

平成 17 年 3 月 8 日(火)

フレーム形状の第6回担架開発会議検討会議を実施

平成 17 年 4 月 23 日(土)

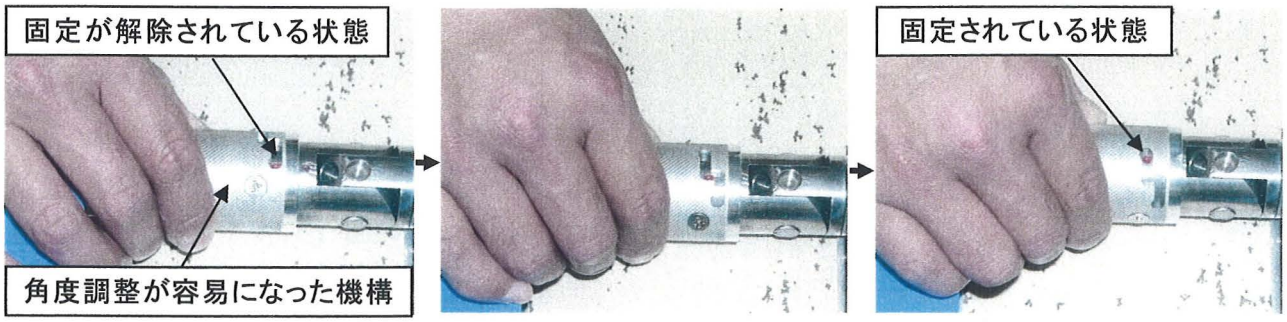
アルミフレームが完成　(部品図　別添1)

アルミフレーム強度計算　(別添3)

平成 17 年 5 月 15 日(日)

角度調整機構の操作が容易な継手が完成した。　(組立図・展開図　別添2)

継手部強度計算　(別添3)



平成 17 年 5 月 30 日(月)

助成対象事業調査期間延長の報告と今後の第7回担架開発検討会議を実施

平成 17 年 5 月 30 日(月)

財団法人救急振興財団に助成対象事業調査期間延長申請書を提出する。延長期間は、平成 17 年 11 月 30 日までとした。

延長理由:担架の特性上、各部の強度計算そして金属加工を専門家に依頼し、何度も繰り返し検討を行う必要があったため 1 年間では完了せず期間を延長した。

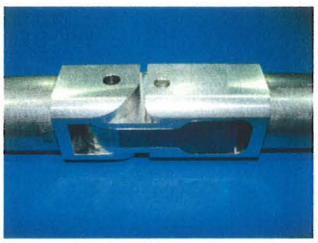
平成 17 年 6 月 20 日(月)

担架を分割する継手の構造について第8回担架開発検討会議を実施

平成 17 年 7 月 15 日(金)

分割継手完成報告とメインフレーム作製についての第9回担架開議検討会議を実施

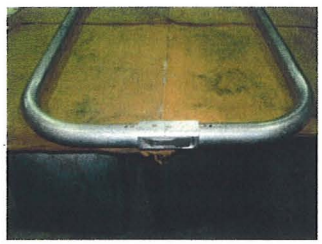
分割継手の完成(スクープストレッチャーと同様の構造)　(組立図・展開図　別添4)

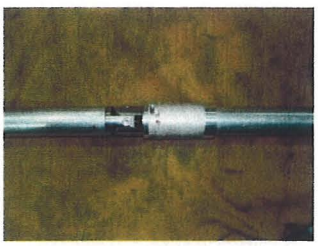


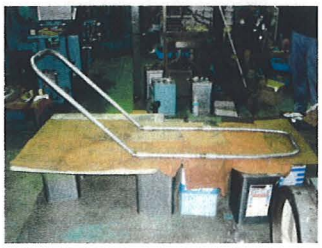
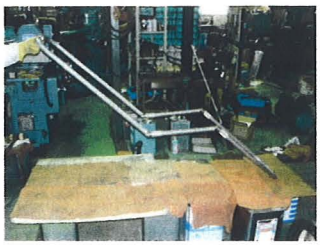
平成 17 年 7 月 18 日(月)

メインフレームの製作に入る。

継手をアルミパイプに挿入し、ボール盤で穴を開けスプリングピンで固定する。





平成 17 年 8 月 12 日(金)

担架平面部分の構造について第10回担架開発検討会議を実施

加工しやすく軽量であるアルミを使用することとした。

平成 17 年 8 月 20 日(土)

担架平面部分(アルミプレート)を作製し、強度試験をする。

アルミプレート部強度計算　(別添3)

平成 17 年 9 月 24 日(土)

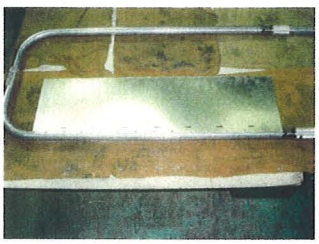
担架平面部分であるアルミプレートをメインフレームにリベットで取り付け、担架本体が完成する。　(部分図　別添5)

頭部・体幹プレート

腰部・臀部プレート

下肢プレート

メインフレームに各プレートの取付け



平成 17 年 9 月 26 日(月)

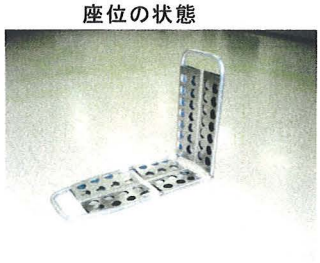
完成した担架本体

調整可能なポジションと分割

平らな状態

上半身を上げた状態

座位の状態



椅子の状態

半座位の状態

分割した状態

平成 17 年 11 月 2 日(水)

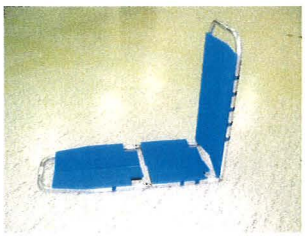
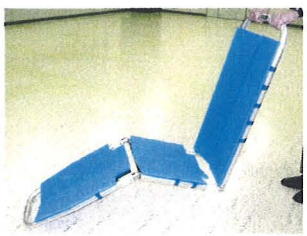
担架本体に取り付けるクッション素材の第11回担架開発検討会議を実施

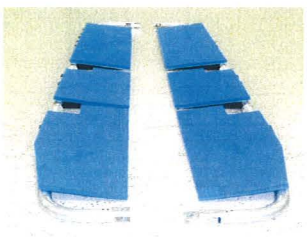
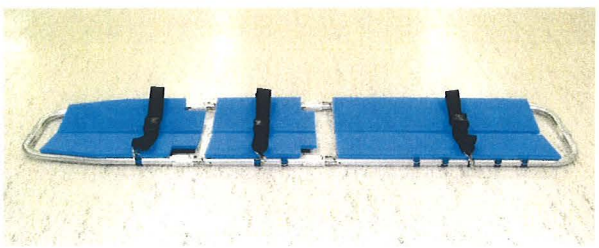
平成 17 年 11 月 21 日(月)

メインフレームにベルト固定用 D 環とプレートに10mm 厚の EVA スポンジを装着し完成となる。

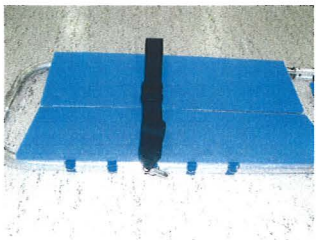
EVAスポンジは、クッション性・耐水性に優れ、救急現場の汚れにも清掃がしやすいものを使用。

ベルト固定用D環を体幹に5つそして腰部に2つ設け、傷病者の体型に合わせ固定することができる。

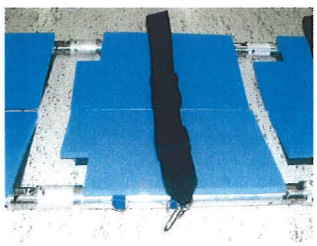



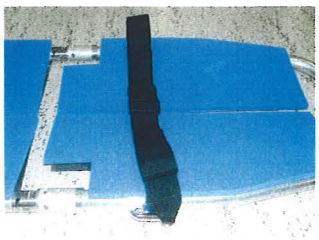
体幹部固定ベルト



腰部固定ベルト



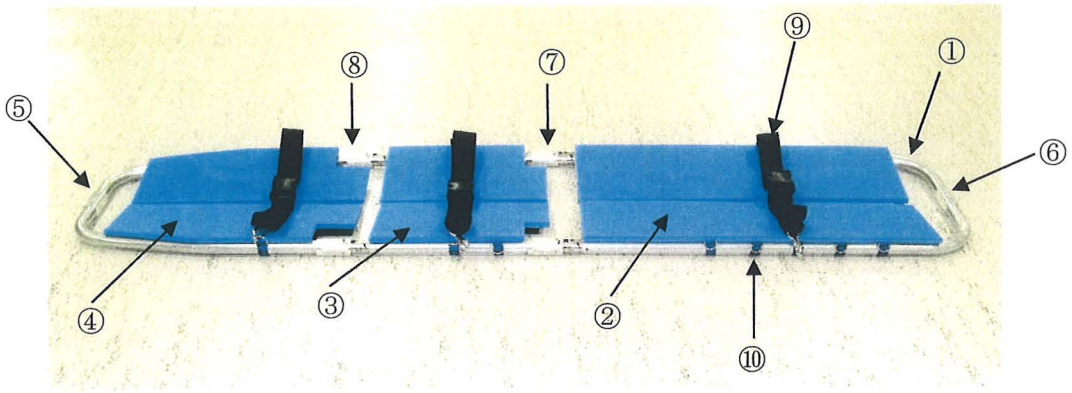
下肢固定ベルト



平成 17 年 11 月 22 日(火)

担架開発終了報告会議を実施

3. 各部名称



① メインフレーム
② 頭部・体幹プレート
③ 腰部・臀部プレート
④ 下肢プレート
⑤ 分割継手(足側)
⑥ 分割継手(頭側)
⑦ 腰部屈折継手
⑧ 下肢屈折継手
⑨ 傷病者固定ベルト(3本)
⑩ ベルト固定用D環

4. 仕様

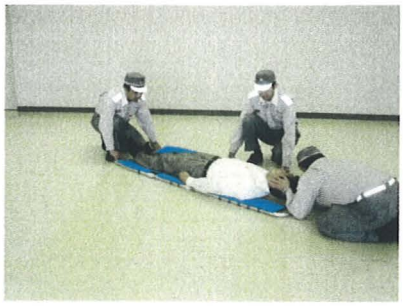
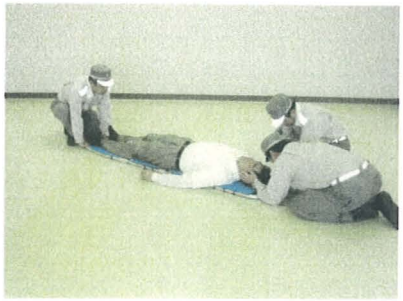
全長	1900mm
幅	440mm
厚さ	40mm
重量	8.6kg
最大荷重	280kg

5. 使用方法

(1) 平担架としての使用

(2) ポーターマット・ターポリン担架としての使用(座位・半座位)

(3) スクープストレッチャーとしての使用

(4) バックボードとしての使用

(5) 全脊柱固定

(6) 傷病者を診察台に収容

・現在の状況

搬送補助資器材などを使用すると看護師が診察台に乗り、傷病者を抱き上げによる収容が多く見られる。

この方法だと傷病者に苦痛を与えるばかりか、看護師や救急隊に負担がかかる状況である。

開発した担架の分割機能を使用すると、傷病者に苦痛を与えることなく診察台に収容できる。また、看護師や救急隊の負担が軽減される。

(7) メインストレッチャーの体位管理機能にも対応

6. 考察

開発した担架は、搬送補助資器材の機能を果たしているばかりか、全身固定用資器材も兼ね備えている。また、平担架形式によりメインストレッチャーまでの傷病者搬送は傷病者が楽な体位が取れ、しかも隊員2名で搬送が可能でメインストレッチャーの体位管理機能をスポイルすることがない。

硬質スポンジを使用したことにより傷病者に苦痛を与えることなく搬送ができ、しかも傷病者を診察台に移動する際も分割機能を使用することにより終始安定した傷病者搬送ができる。

また、様々な搬送補助資器材そして全身固定用資器材を選択することなく、この担架で全ての救急現場に対応できると思われた。

7. おわりに

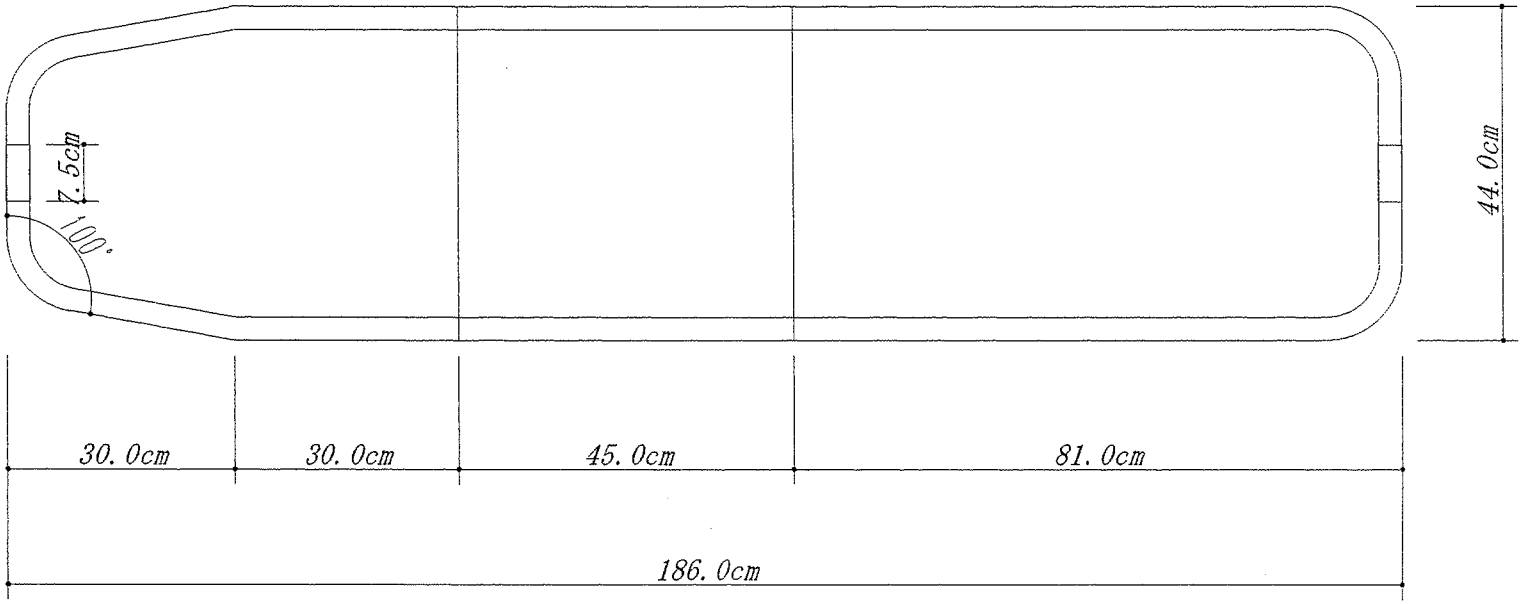
この担架を使用することにより、傷病者が安全で、尚且つ現場活動がスムーズに行なえるようになる。

現在、市販されている救急資器材は、日々素晴らしい救急資器材が開発されているが、傷病者に苦痛を与えるもの、そして現場救急隊から見れば使いづらいものもある。

今後、開発した担架を救急現場で使用し、改良を加えよりよいものにし市販化したいと思う。

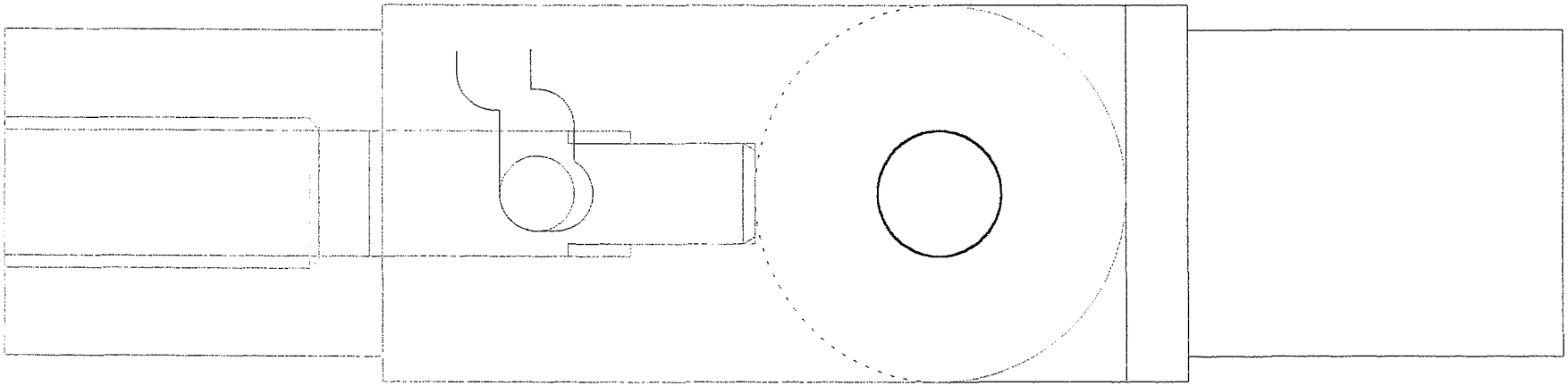
担架アルミパイプ部品図

別添１



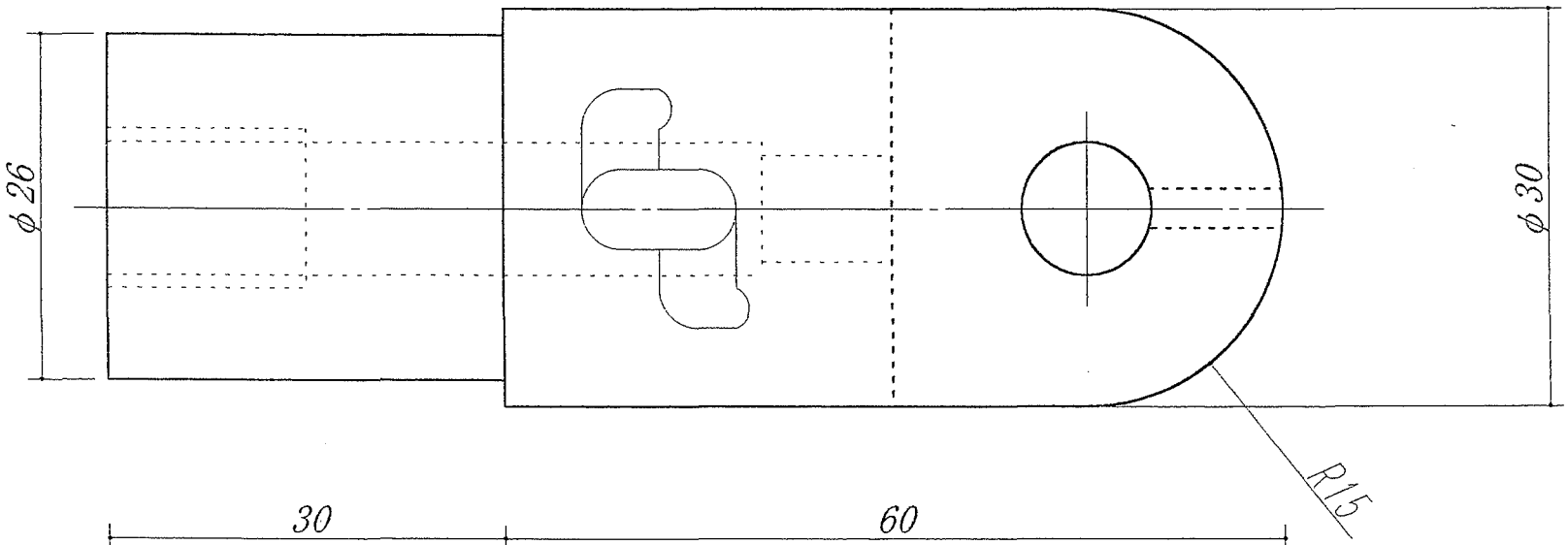
角度調整機構継手組立図

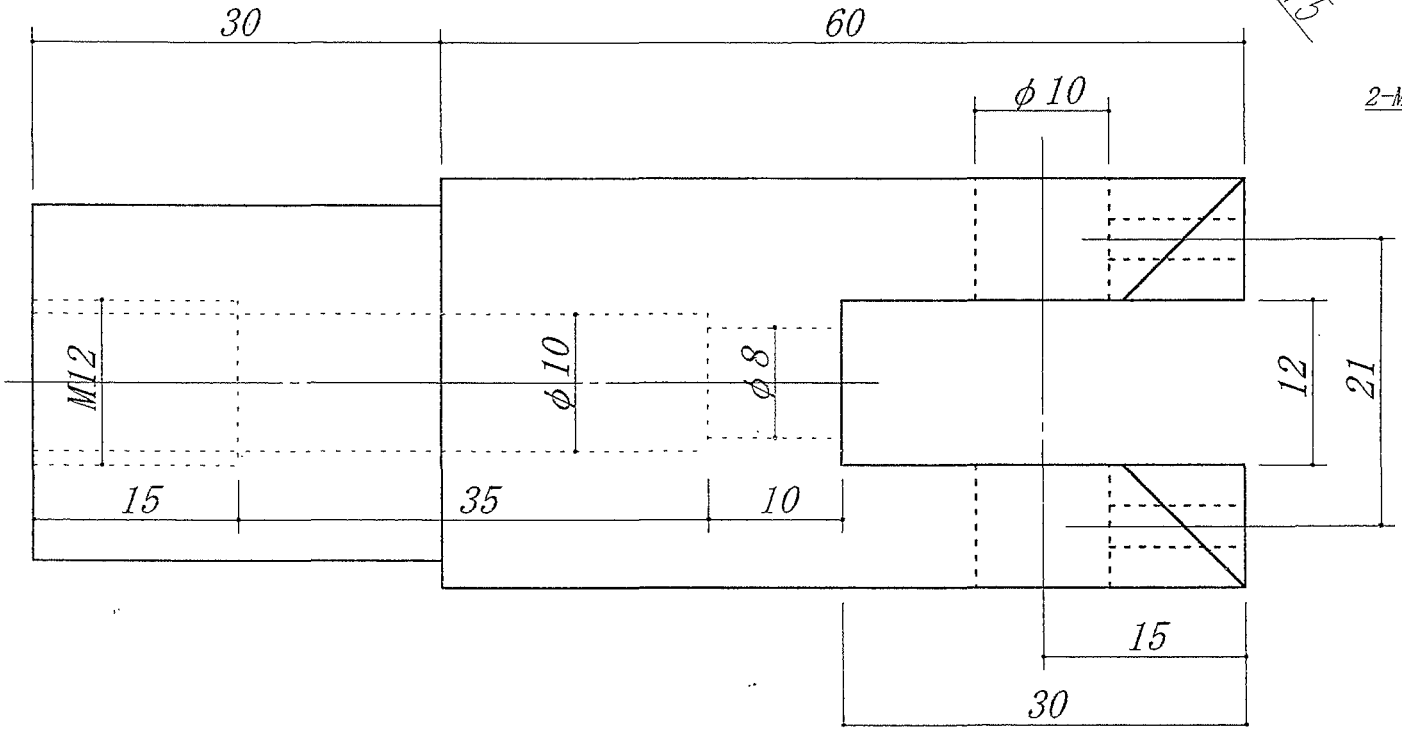
別添２

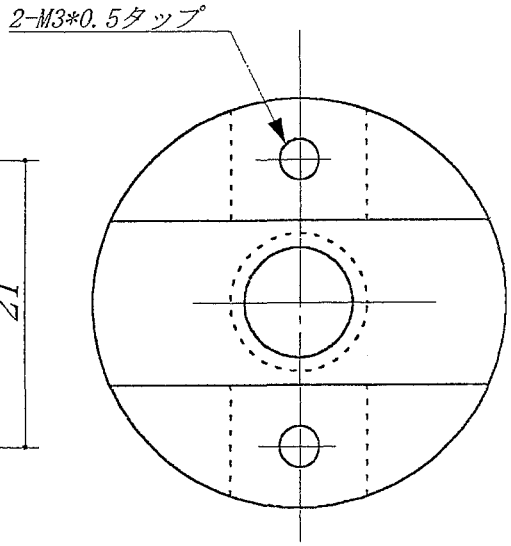


展開図

尺度　1.8/1

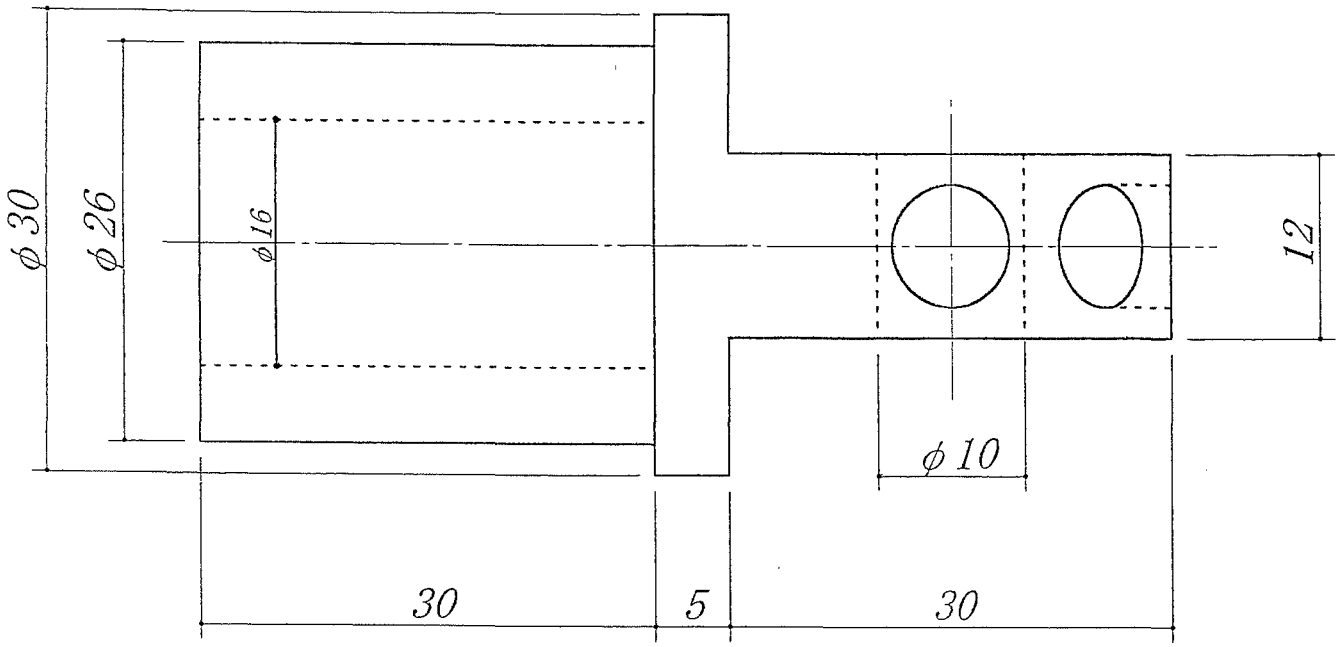


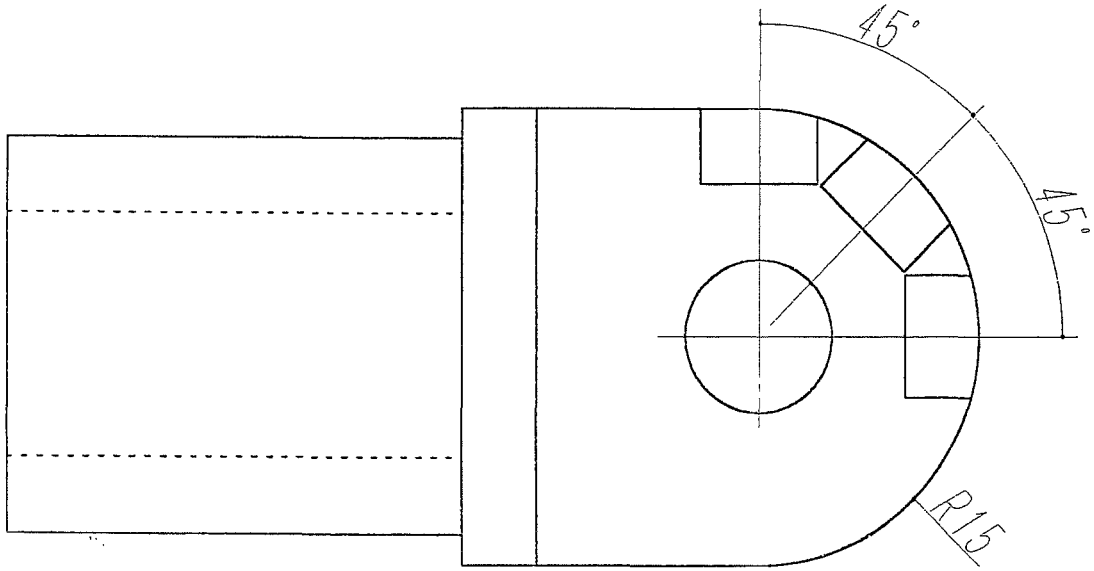


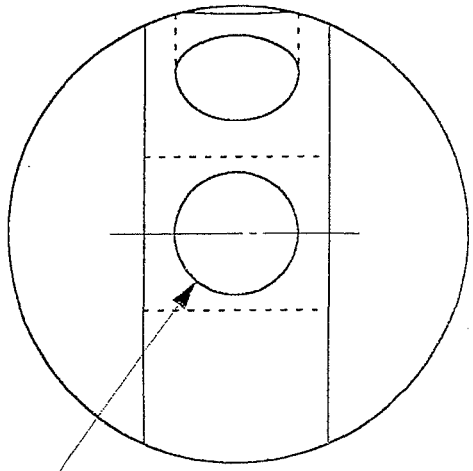


展開図

尺度　2/1

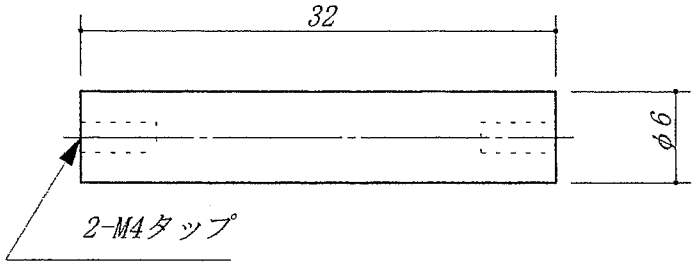




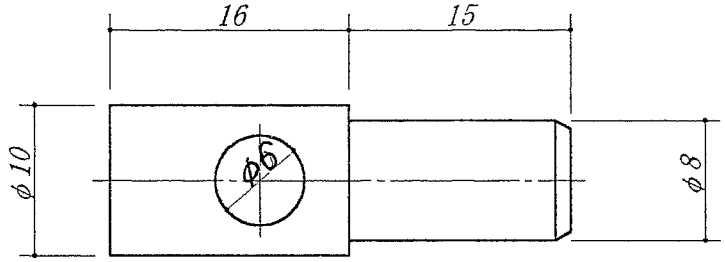


3-Φ8　深さ5

展開図



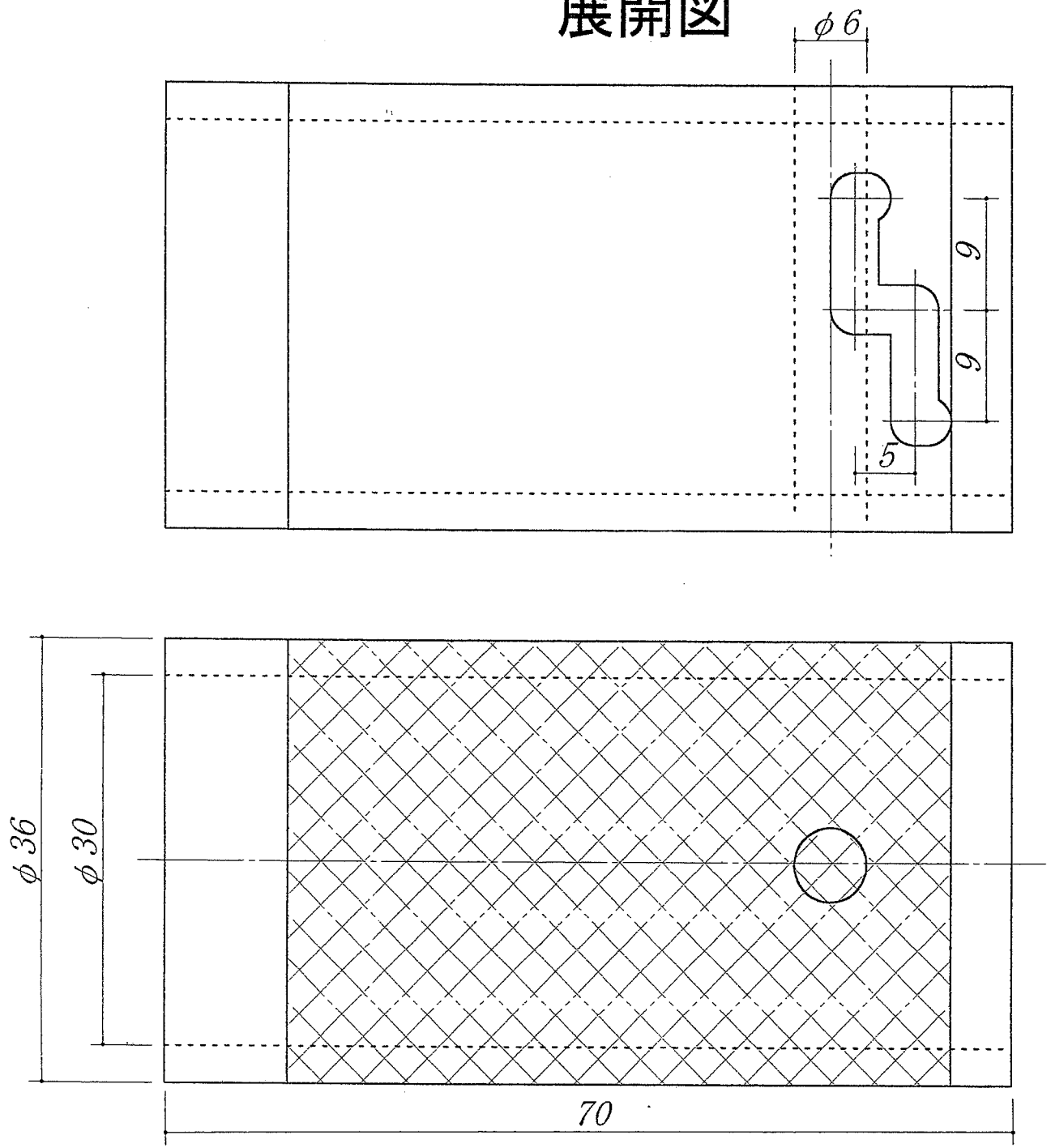
グリップ用　ピン



角度固定用　ピン

尺度　2/1

展開図



尺度　2/1

別添３

アルミパイプ部・継手部
アルミプレート部強度計算

(1)アルミパイプ部の強度計算

(2)継手部の強度計算

(3)アルミプレート部の強度計算

㈱ ひらの

(1) アルミパイプ部の強度計算

担架の全長は 1900mm であり、長軸方向は頭側から 850mm、450mm、600mm に 3 分割されている。最も長いのは頭側の 850mm であり、長さ 850mm のパイプにかかる荷重を基に強度試験を実施した。(実際は継手がはいるのでパイプの長さはこれよりも短くなる)　(写真１)

担架にかかる荷重を 300Kg とした時、頭側の 850mm の範囲にかかる荷重は 300Kg×850mm÷1900 で求められ、134.2105Kg となる。頭側の 850mm にかかるこの荷重を左右 (2 本) のパイプで支えることから、134.2105Kg÷2＝67.1053Kg となり、長さ 850mm のパイプに 67.1053Kg を加重し、パイプが破損したり変形したりしない事が必要となる。

以上をふまえて行なった実験結果を下記に示す。

写真に示す通り、850mm の間隔で吊ったパイプの中央に 67.5Kg の重り (バーベル) を吊り下げた。

パイプは若干しなったが破損しなかった (写真２)。

重りを取り除くと、パイプは基のまっすぐな状態に復元した (写真３)。

以上の事から、フレームに用いたアルミパイプは静止荷重 300Kg までは破損せず、しなりも復元するので、実用上問題ない。

写真１

写真２

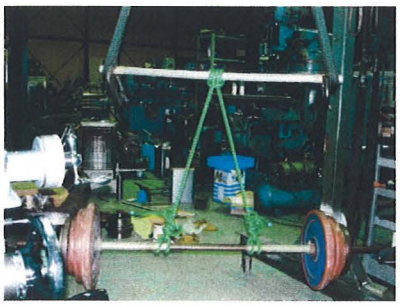


写真３

(2) 継手部分の強度計算

下図は、継手の図です。

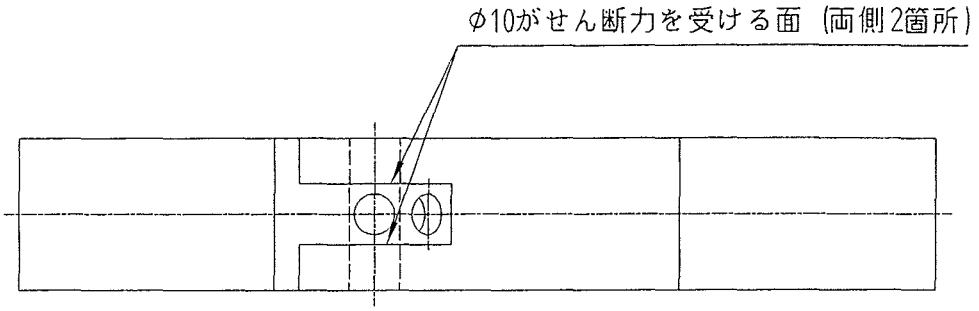


図 3-1

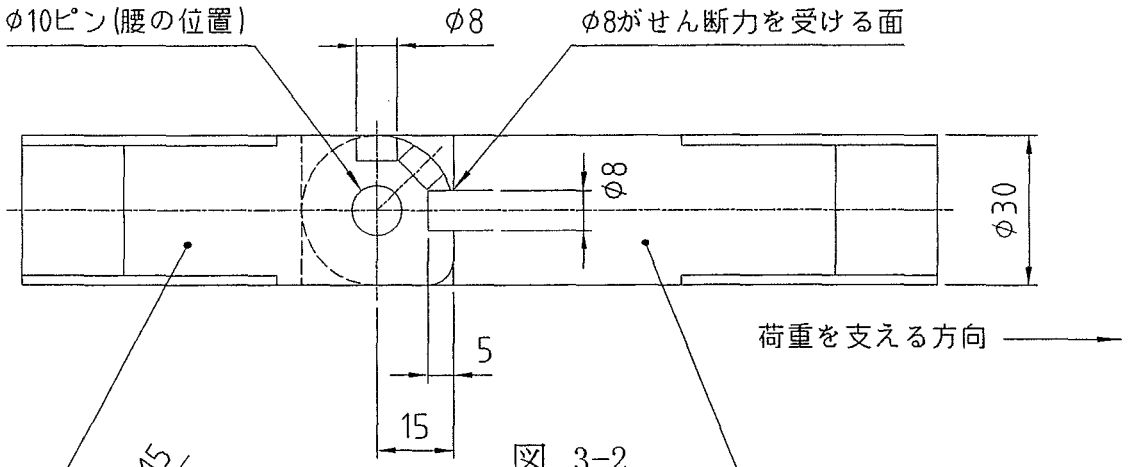


図 3-2

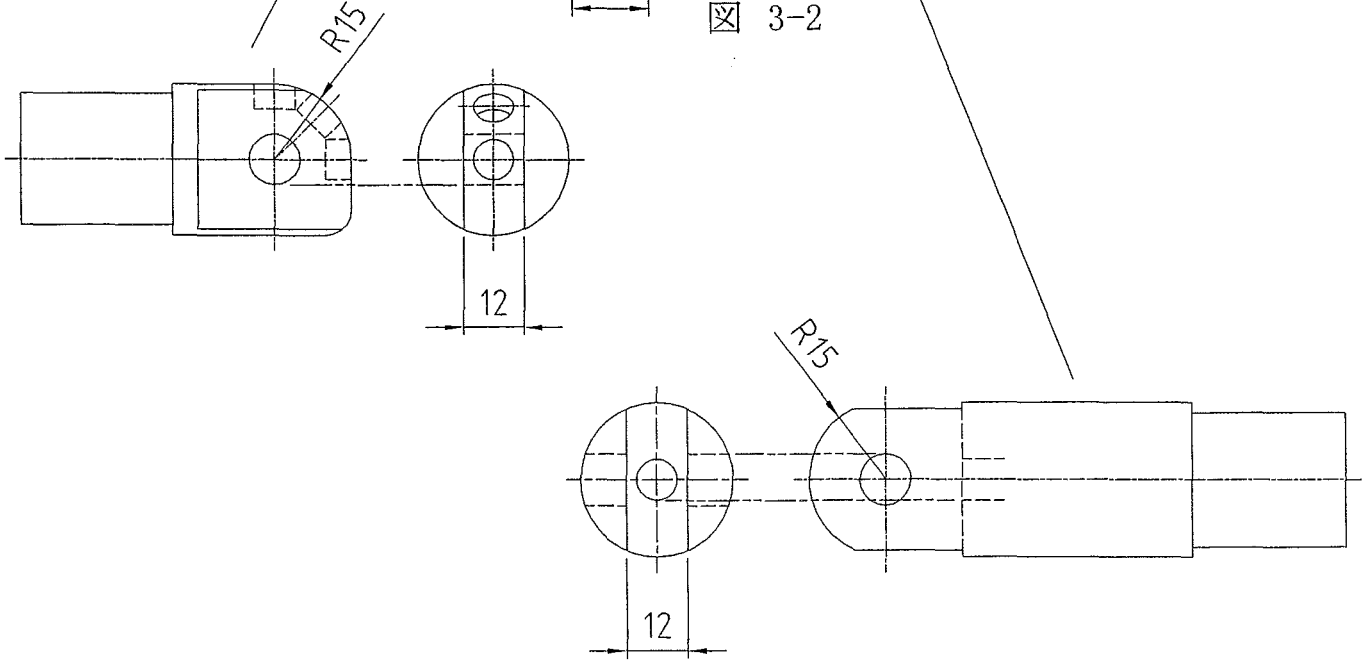


図1から継手が取り付けられているのは、膝と腰の位置ですが条件が悪いのは腰の位置になります。よって図1や前ページの図3-2の状態から、説明しやすい様にモデル化すると下図、図4のようになります。

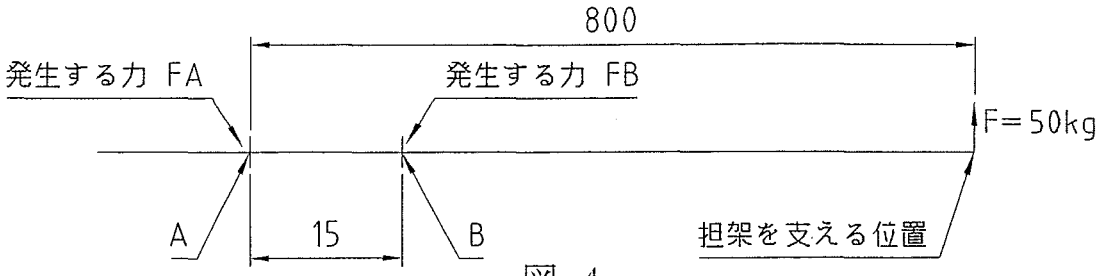


図 4

Aは、継手の回転軸φ10ピン位置です。この部分に発生する力(荷重)をFAとする。またBは、回転を固定するためのφ8ピンがせん断を受ける部分です。この部分に発生する力をFBとします。

Aに発生する力FAを求めます。

B位置を回転中心し、力の釣り合いから力のモーメントを考えると

$$FA=(800-15)\times 50/15$$
$$=2616.7\text{kg}$$

となりこの力がφ10ピンの断面積にせん断力として働きます。その時のせん断応力をτAとすると(τ←タウ)

φ10ピンの面積

$$\tau A=2616.7/(5\times 5\times 3.14)$$
$$=33.3\text{kg}/\text{mm}^2$$

このせん断応力τAを素材が固有に持っているせん断力と比較することで強度が十分か考えます。

次にBに発生する力FBを求めます。

A位置を回転中心し、力の釣り合いから力のモーメントを考えると

$$FB=800\times 50/15$$
$$=2666.7\text{kg}$$

となりこの力がφ8ピンの断面積にせん断力として働きます。その時のせん断応力をτBとすると

φ8ピンの面積

$$\tau B=2666.7/(4\times 4\times 3.14)$$
$$=53.1\text{kg}/\text{mm}^2$$

このせん断応力τBを素材が固有に持っているせん断力と比較することで強度が十分か考えます。

ここで「せん断」ということについて

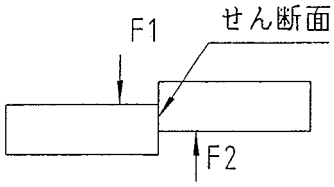


図 5

上図、図5のように力が働く状態をせん断といいます。F1、F2は同一の力でせん断力といいます。せん断力は、せん断面に作用し、せん断面の面積でせん断力を割ったものをせん断応力といいます。せん断応力は、各素材が固有にもっており、そのせん断応力と比較することにより強度的に十分か判断の目安にします。また、せん断応力は引張り強さの7割とします。

継手に使用されている素材のせん断応力を表2にまとめました。

単位（kg／mm^2）

	引張り強さ	せん断応力
S50C（焼入れならし）	62	43.4
S50C（焼入れ、HRC55～58）	100	70
ステンレス(焼入れなし)	53	37
ステンレス(焼入れ)	データなし	

表 2

前ページの計算結果からφ10ピンには、せん断応力τA＝33.3が働くことが分かります。φ10ピンは、両側でせん断が生じているため、片側にはτA／2＝16.65のせん断応力が作用しています。この数値と表 2のせん断応力の数値を比較すると、破損することはありません。安全率を多くみるのであれば、焼入れピンがよいと思います。

次にφ8ピンですが、前ページの計算結果からせん断応力τA＝53.1が働くことが分かります。この数値と表 2のせん断応力の数値を比較すると、焼入れピンであれば破損することはありません。しかし、安全率は多くとれません。またピンは破損しないのですが、ピンをさしこむ穴が強度的に問題が有ります。穴がへたり楕円形のようになる可能性が有ります。

(3) アルミプレート部の強度計算

今回、使用する直径 30mm 肉厚 2mm のアルミパイプを 1.5mm 厚の縦・横 200mm のアルミプレート 2 枚で挟みリベット(間隔 100mm)を使い、パイプ固定し、その反対端も同じくリベットで固定したものを作製し、強度試験をした。

アルミパイプを固定し、アルミプレートの端に重さ 20kg の水バケツ(バケツ含む)を吊り下げた（写真１）。

各部を見たが特に変形などは見られなかった。また、プレートの軽量化を図るため肉抜きをしたが特に変形は見られなかった(写真２)。

担架は、左右に分割する方式で使用するプレートの長さの合計は片側 1500mm であり両方を合わせると 3000mm となる。長さ 200mm のプレートが 20kg の耐荷重があることから本担架は、メインフレームにプレートを取り付けた時の静止荷重は 300kg となる。

今回の試験は、20kg を超える重量物を吊り下げてはいないので実際には 300kg 以上と推測される。

写真１

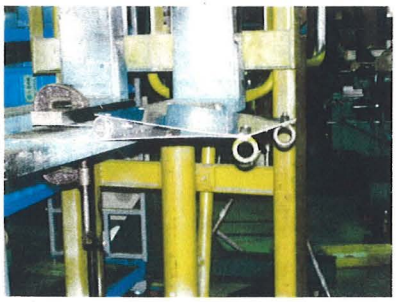


写真２

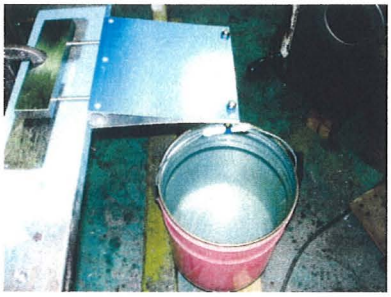
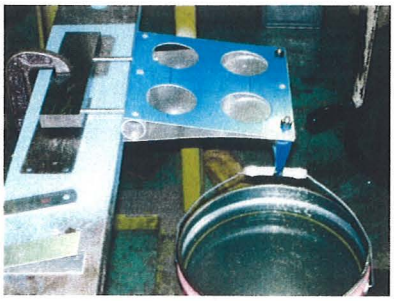
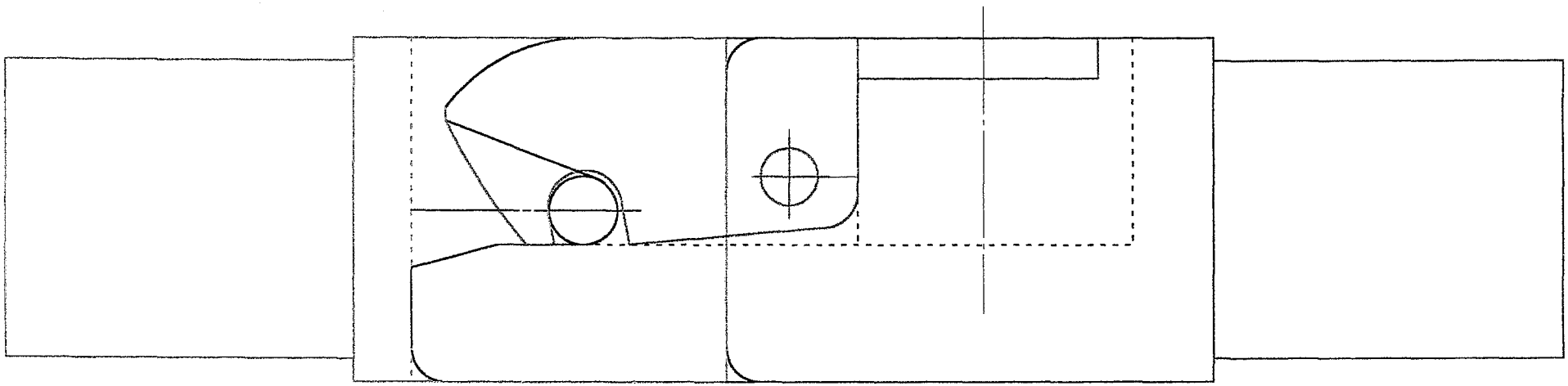


写真３

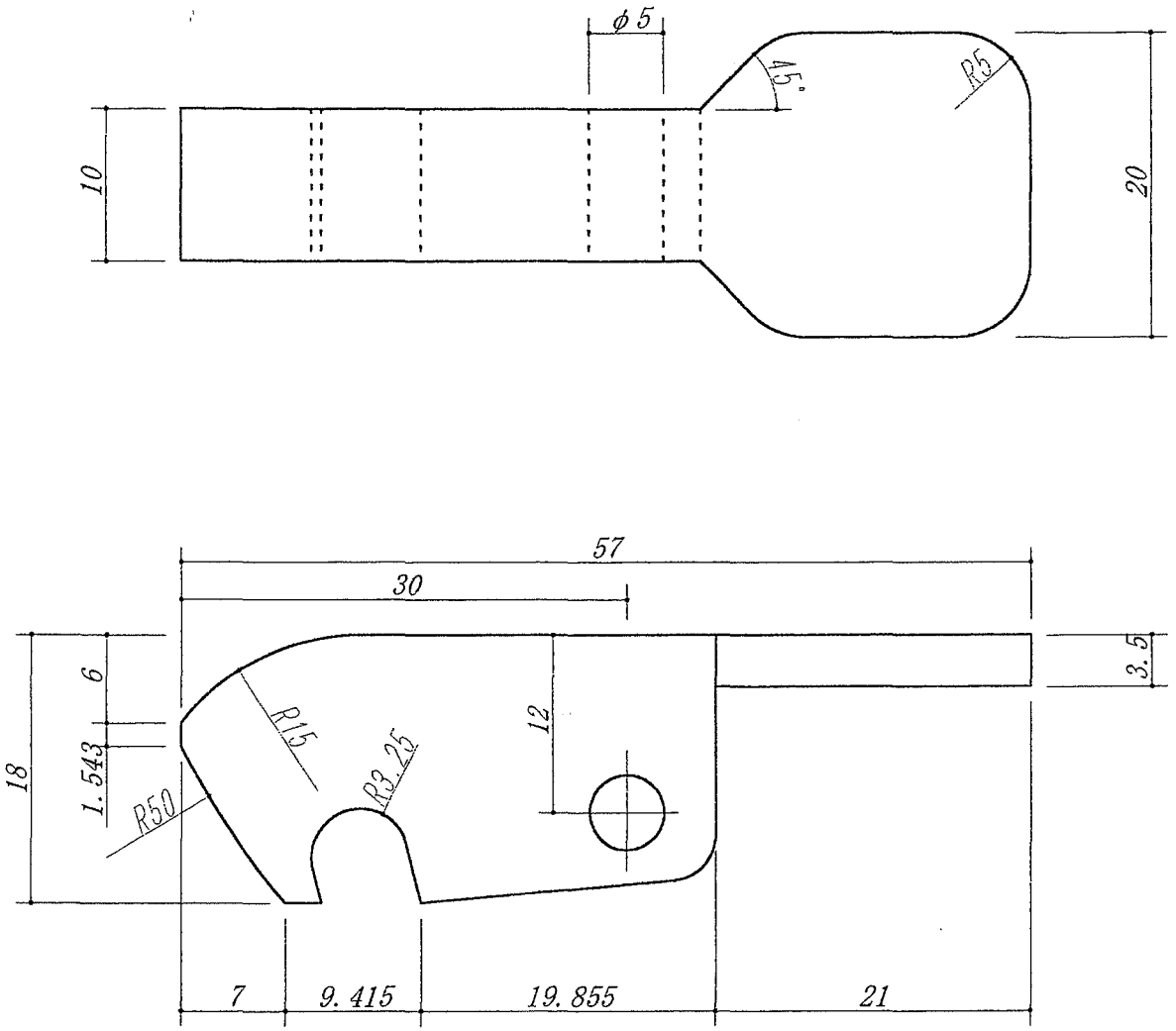


分割継手組立図

別添４



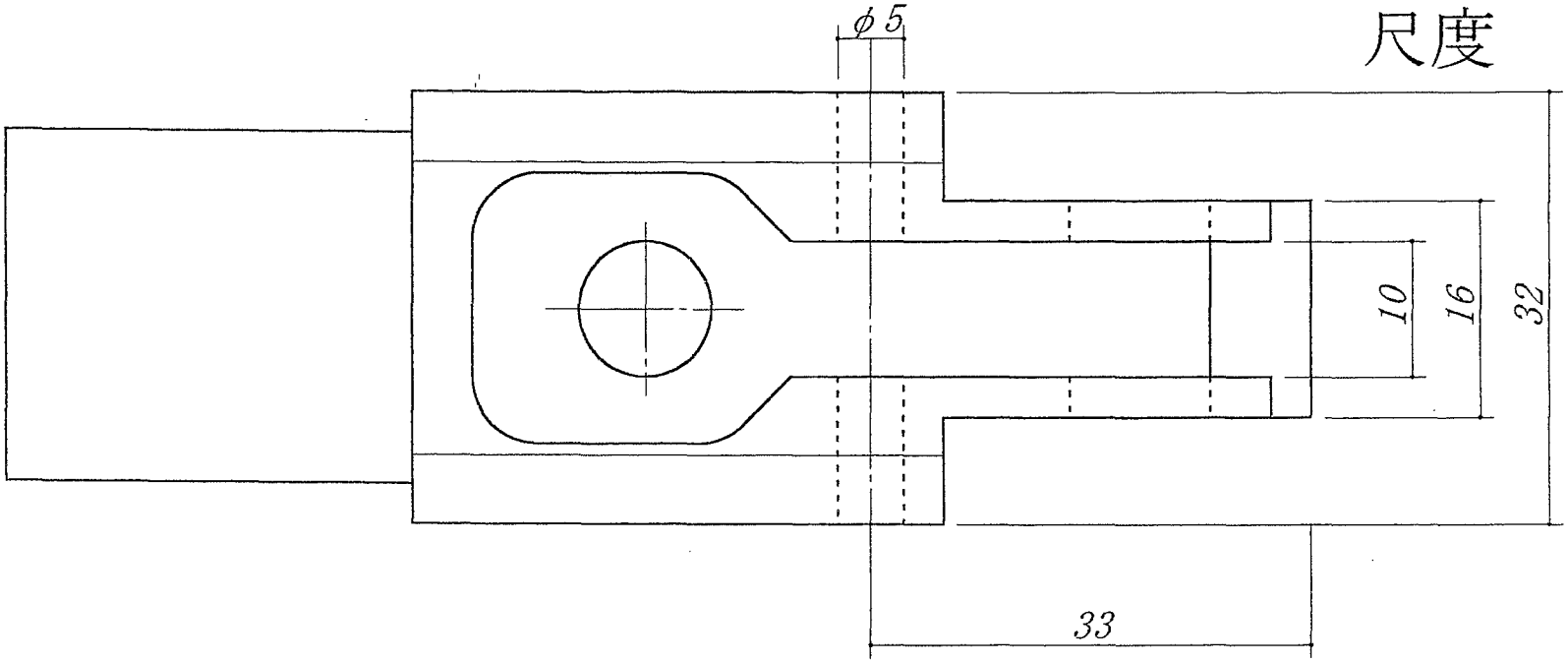
展開図

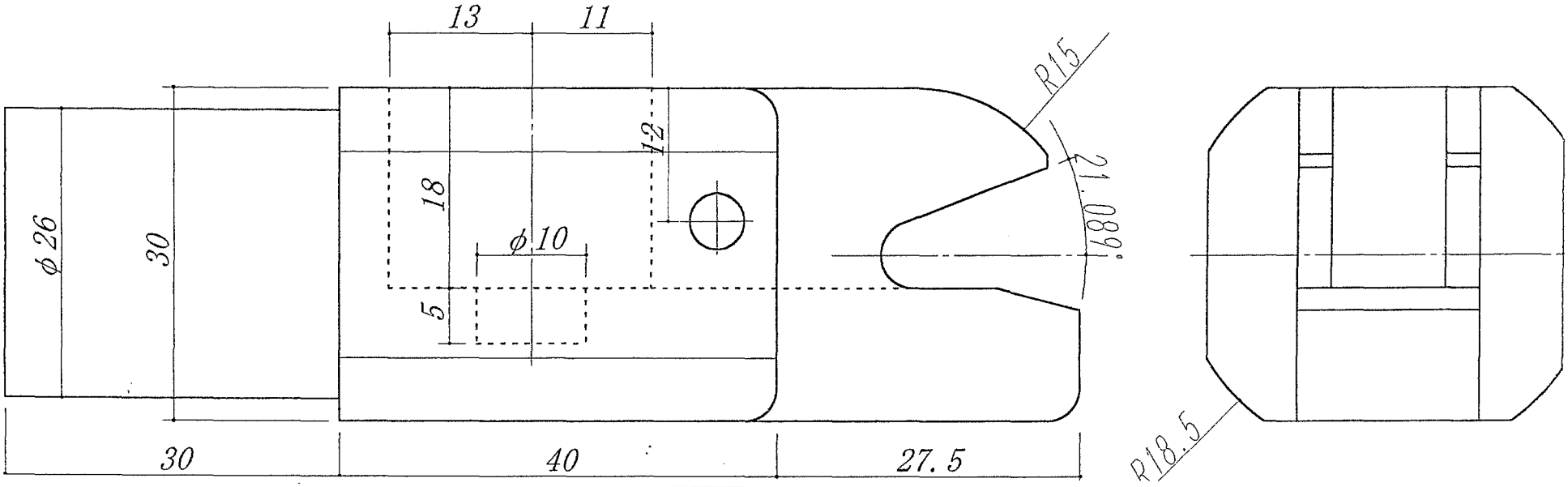


尺度　2/1

展開図

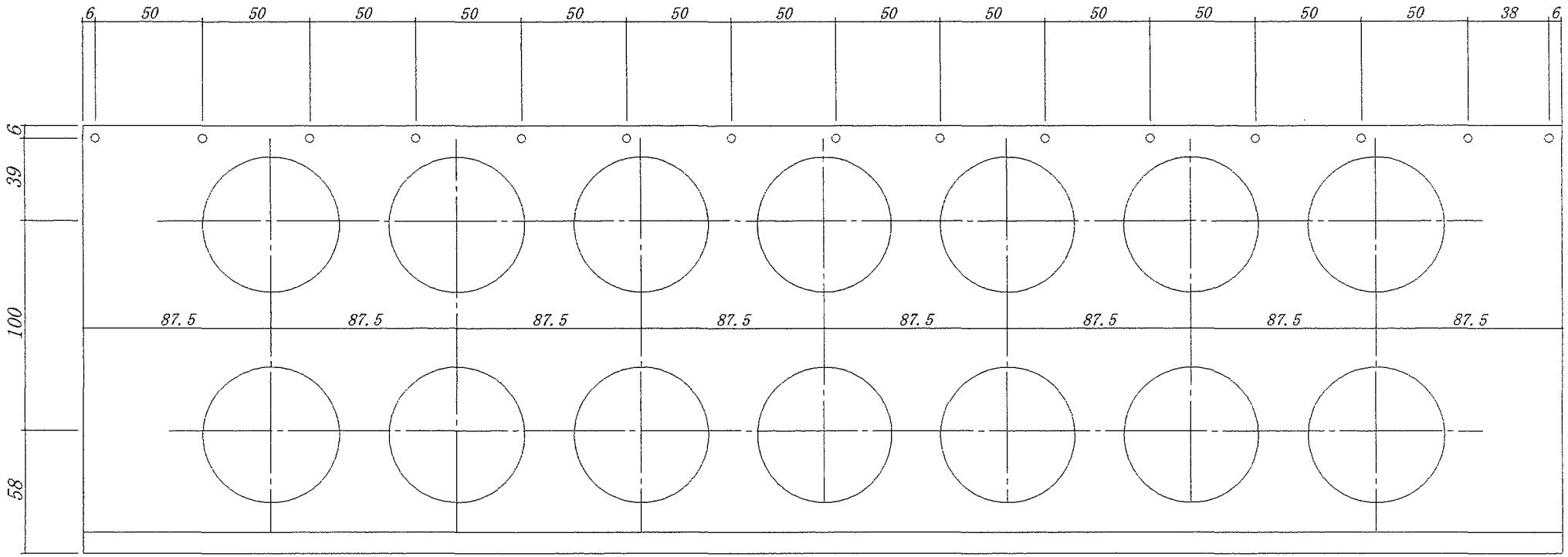
尺度　1.8/1





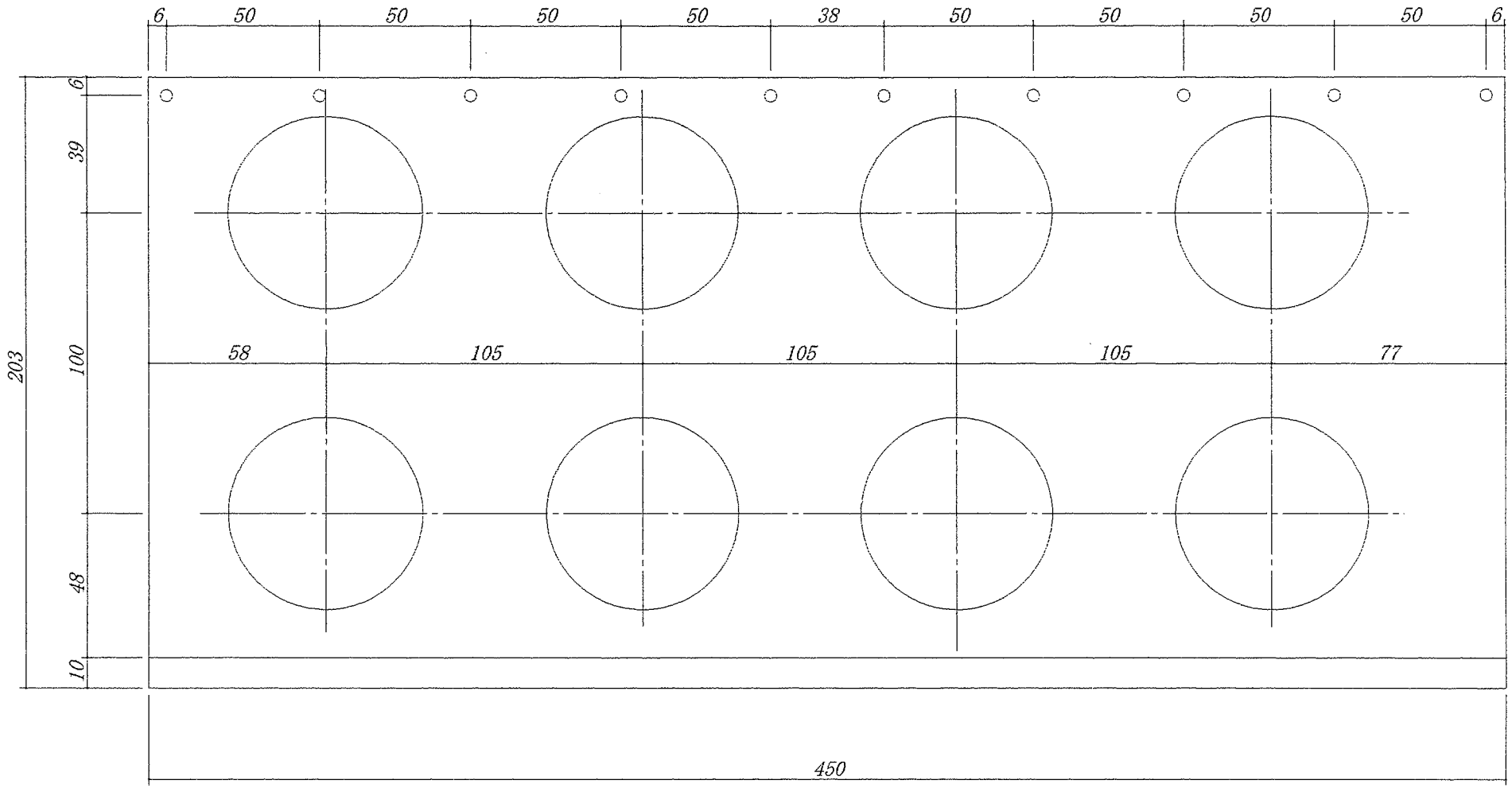
頭部・体幹プレート部品図

別添５



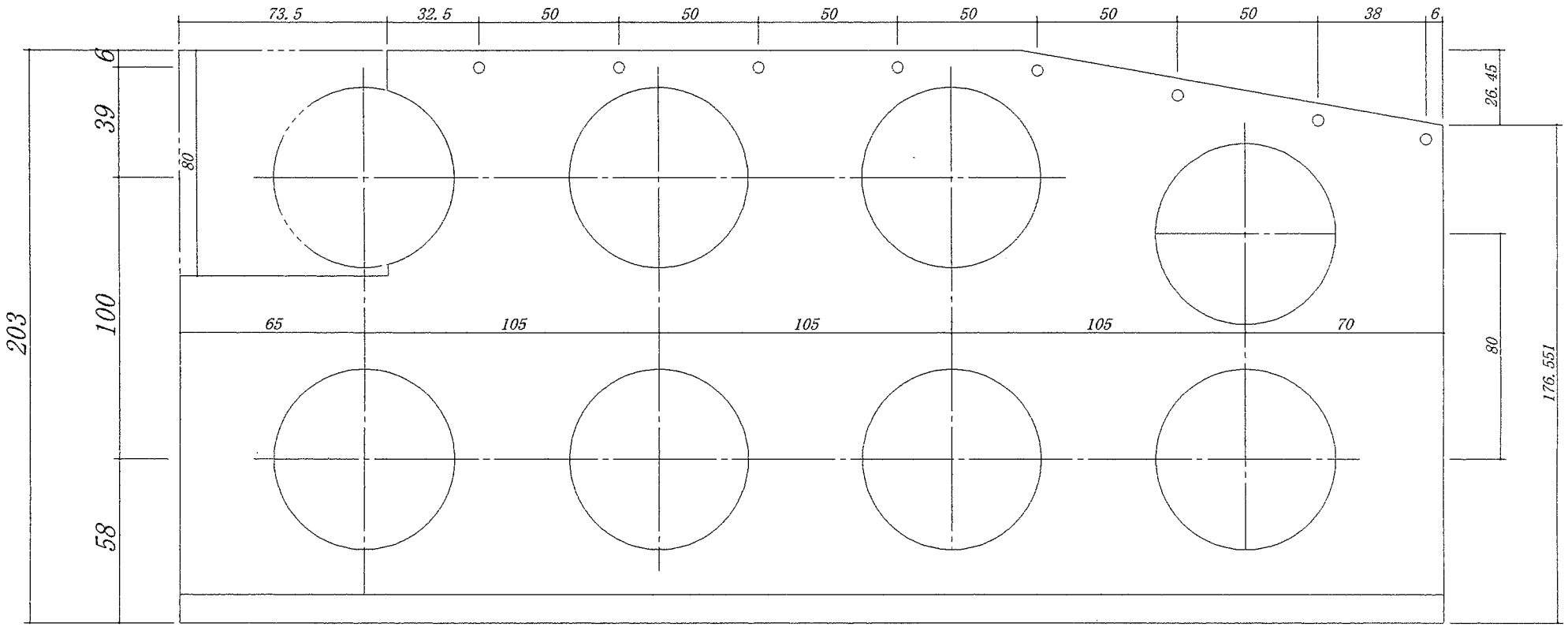
単位：mm

腰部・臀部プレート部品図



単位：mm

下肢プレート部品図



単位：mm