

写真 3-1-2 動力モーター部(左：上側，右：裏側)

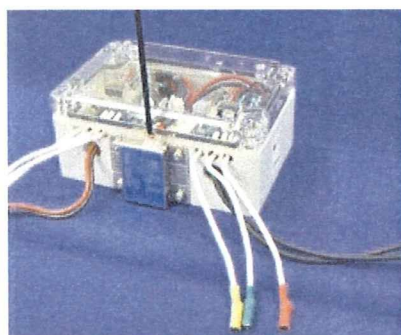


写真 3-1-3 制御ボックス

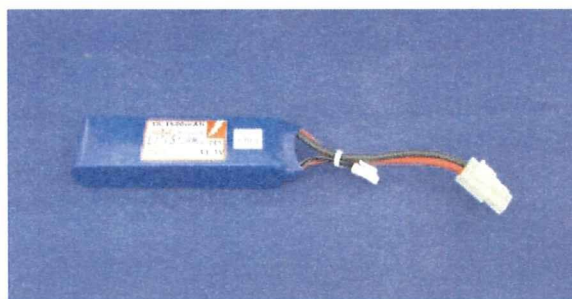


写真 3-1-4 リチウムバッテリー



写真 3-1-5 ギアボックス

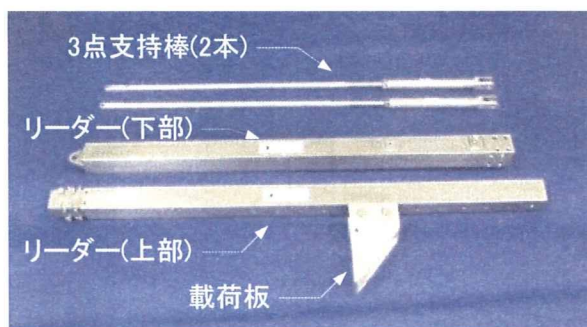


写真 3-1-6 リーダー・3点支持棒・載荷板

写真 3-1-4 は動力用のリチウムバッテリーである。このバッテリー1 つで走行と通信の電力を供給する。写真 3-1-5 はギアボックスである。写真 3-1-2 に示すピニオンギアがスパーギアに噛み合わさる。スパーギアの歯数は 60 である。従って、ピニオンギアからスパーギアへの伝達において、回転数は 1/3 に減速される。さらに、ギアボックスでは 1/50 に回転を減速して、かさ歯車を駆動する。

写真 3-1-6 はリーダーと 3 点支持棒である。リーダーは上部と下部に分割して構成され、連結した全長は 800mm である。リーダー(下部)はキャッチホークにボルトで連結し、さらに 3 点支持棒で固定する。その上に取り付けられるリーダー(上部)には載荷板を固定する。載荷板に付加質量を搭載することで、実機のリーダーに備わる掘削用のオーガーやサンド

コンパクション等の装備を再現する事ができる。さらに、載荷板の固定位置は 2cm ピッチで変更が可能であり、異なる付加質量の搭載高さを再現できる。

写真 3-1-7 は遠心場走行実験においてくい打機をラジコン操作するための遠隔操作装置を示す。この装置はコントローラと送信機から構成される。コントローラはラジコンのプロポ型のものである。スロットルレバーで前進と後進及び、その速度が制御できる。方向レバーでは右方向と左方向のカーブ走行が制御される。コントローラには 2 つのシリアルポートが内蔵される。一つは RS485 であり、もう一つは RS232C である。

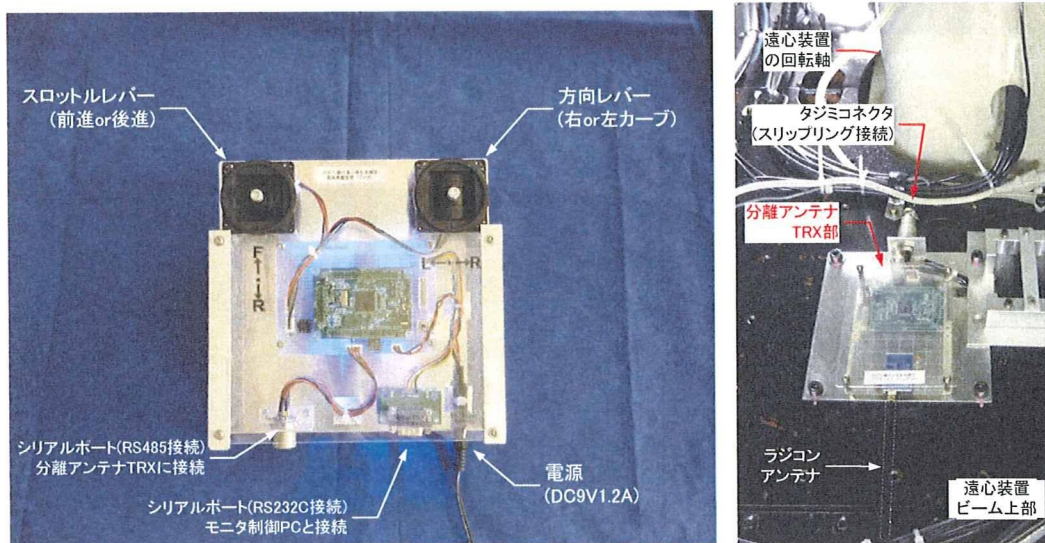


写真 3-1-7 くい打機模型の遠隔操作装置(左：コントローラ、右：送信機)

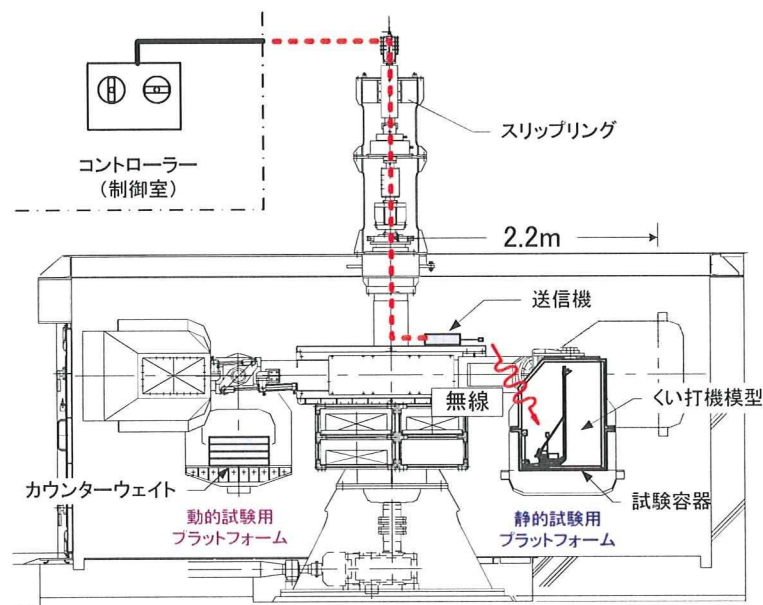


図 3-1-2 遠心場走行実験におけるラジコン制御と通信の方法

RS485は写真右の送信機(TRX)と接続するポートである。図3-1-2は遠心場走行実験におけるラジコン制御と通信の概念を示す。送信機はコントローラと分離した構造となっている。このコントローラと送信機はスリップリングを介して接続されている。

写真3-1-7の右が遠心装置のビーム上に設置された送信機(TRX)である。送信機にはアンテナが備わり、プラットフォーム上に設置されるくい打機の模型と無線で通信して走行を制御する。

RS232Cはモニタ制御用PCと接続するためのポートである。写真3-1-8は走行条件の設定とその結果をモニタするPC画面を示す。通信はノートPCのハイパーターミナルを使用して表3-1-4に示すコマンドで行った。

「モーター回転数レンジ設定数(rg)」は、モーター回転数の最小値と最大値を入力する。両値の設定は2000~30000の範囲で行う。「左右差動比率設定(df)」では左右の履帯に与える回転数の差を設定する。値が100の時は左右の履帯の回転数が最大±100%変わる。すなわち、片側は200%で反対側が0%となる。本実験では10に設定した。「最高スピードレポート(qm)」は走行中におけるモーター回転数の最大値をリクエストするコマンドであり、「現在スピードレポート(qs)」はコマンドリクエストした時の瞬時の値がモニタに表示する。「左右トリム(tr)」は直進性を補正するためにモーター回転数を微調整するコマンドである。

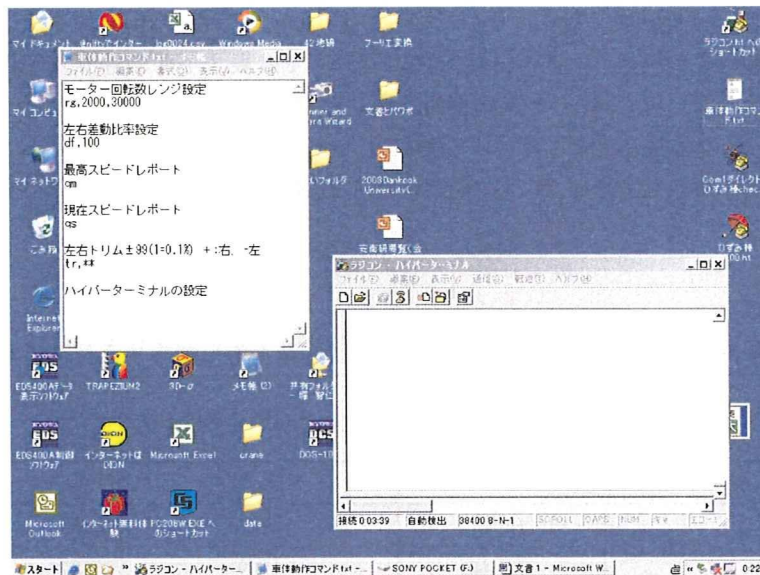


写真3-1-8 ノート型PCに表示された走行条件の設定と状況をモニタする画面

表3-1-4 走行条件に関する設定項目とコマンド一覧

設定項目	入力コマンド
モーター回転数レンジ設定	rg, 最小値, 最大値
左右差動比率設定	df, 値
最高スピードレポート	qm
現在スピードレポート	qs
左右トリム±99(1=0.1%) +:右, -左	tr, ±値

3.1.3 模型の安定度

機体の安定度は重心と転倒支点の間の距離によって求めることが可能であり、付加質量がない場合における機体の安定度(θ_0)は式(3-1-1)で求めることができる。この式に、先に述べた模型の重心($G_x=5.4\text{cm}$, $G_y=14.5\text{cm}$)を代入すると θ_0 は20.4度となる。

$$\begin{aligned}\theta_0 &= \tan^{-1}\left(\frac{G_x}{G_y}\right) \\ &= \tan^{-1}\left(\frac{5.4}{14.5}\right) \\ &= 20.4(\text{deg})\end{aligned}\tag{3-1-1}$$

付加質量(m)を搭載した場合の機体の安定度(θ')は式(3-1-2)で表される。

$$\theta' = \tan^{-1}\left(\frac{MG_x + mx_a}{MG_y + my_a}\right)\tag{3-1-2}$$

ここで、 M は全質量であり、3102.8gである。 x_a と y_a は、それぞれ転倒支点から付加質量までの水平距離と鉛直距離であり、それぞれ $x_a=-10.2\text{cm}$ 、 $y_a=84.0\text{cm}$ である。

車両系建設機械構造規格¹⁾と日本材料学会の基準²⁾では表3-1-4の通り安定度を定めている。式(4-1-2)を m について解くと式(3-1-3)の通りとなる。

従って、安定度の各基準を θ' に代入し、機体重心と全重量を式(3-1-3)に代入すると、任意な安定度における m の値が得られる。模型に関する計算結果を表3-1-5の下段に示す。

$$m = \frac{M(G_x - G_y \tan \theta')}{y_a \tan \theta' - x_a}\tag{3-1-3}$$

表 3-1-5 くい打機の安定度の関する国内基準等に対応する付加質量

規則・基準	車両系建設機械構造規格	日本材料学会		
		作業時	走行時	
安定度の基準値 (θ')	5度以上	7度以上	9度以上	
必要な模型の付加質量 (g) (搭載位置：上部の場合)	1g 場	735	552	414
	遠心場	1169	877	658
	(1g 場での安定度)	(2.0)	(3.8)	(5.8)

遠心模型実験では供試体に作用する遠心力の値が有効半径(R)に比例して増加する。くい打機の小型模型は図3-1-3に示すとおり、高さ0.84mを有し、 $R=2.25\text{m}$ に対して、比較的大きな値である。すなわち、「アースオーガ類」に相当する載荷板と付加質量(m)に働く遠心力は、「下部走行体」、「リーダー部」に働く遠心力よりも小さい。そのため、遠心模型実験において当初設定した安定度を再現するためには、遠心力の違いを補正した付加質量(m')を搭載する必要がある。 m' の値は式(3-1-4)により求められる。

$$m' = m \left(\frac{R - G_y}{R - y_a} \right) \quad (3-1-4)$$

ここで、 G_y と y_a はそれぞれ地盤表面から機体重心までの距離と付加質量等までの距離である。

表 3-1-4 に各基準の安定度の再現に必要な付加質量の値を 1g 場と遠心場について示す。車両系建設機械構造規格による最低基準値 5 度を再現するために必要な付加質量は 1g 場では 735g であるが、遠心場では 1169g 必要である。この 1169g を与えた模型の 1g 場における安定度は 2.0 である。従って、同一の付加質量を与えられた模型は 1g 場よりも遠心場においてより安定する。

遠心場走行実験では小型模型を 1g において準備する。そのため、まずは 1g 場において安定することが必要である。1g 場での安定度に余裕がないと、遠心力を付加する際に転倒する可能性がある。その理由は、遠心装置の回転に伴って、僅かではあるが振動や加速度が働くためである。そのため、模型に与える安定度については、遠心場における再現条件と 1g 場等での安定性を考慮して決定する必要がある。

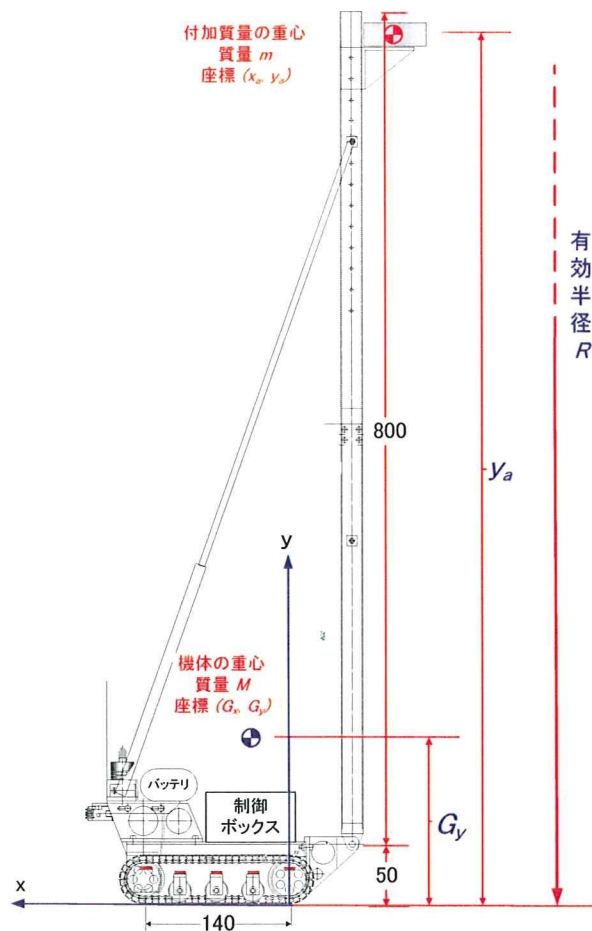


図 3-1-3 くい打機模型の重心高さとは有効半径

3.2 くい打機模型の改良

3.2.1 3点支持棒の改良

リーダーを支持する「3点支持棒」の取り付け位置を変えた。写真3-2-1に改良前と改良後の小型模型を比較して示す。3点支持棒は2本一組であり、機体の後方部とリーダを連結する部材である。昨年度の模型ではリーダー側の連結部が中間高さ付近にあったが、今年度は上部に移動させた。これは付加質量を搭載したリーダー部と下部走行体の間の剛性を高めて、機体全体を一体的に揺動させるためである。

写真3-2-2は平成19年度に行った現場実験で使用したくい打機を示す。このくい打機は重量102トンを有するものであった。リーダーにはサンドコンパクション用の機械が備わり、下部走行体の後部にはカウンターウェイトと発電機が搭載されている。機体の安定度は前方が17.53度、後方が22.21度、側方が17.04度である。3点支持棒の連結位置を見ると、リーダーの上部と結合されており、リーダーが機体と一体的に応答する構造となっている。

図3-2-1は後述する遠心場走行実験において計測された、リーダー部における応答加速度の時刻歴³⁾を示す。加速度成分は進行方向に対するものであり、値は前方为正である。改良前の曲線では、リーダー中央の振幅が最も大きく現れており、上部と下部のそれは小さい。走行体を軸とした揺動を仮定すると、応答加速度はリーダー上部に向かって理論的に増幅する。しかしながら、リーダー上部の応答が中央部のそれに比べて小さくなっている。この原因は、連結位置が中央高さにあるため、その上部の曲げ剛性が相対的に小さくなり、一体的に運動しなかったと考えられる。図示した以外の実験では、上部での応答が揺動の周期によって異なった反応を示し、位相が生じた場合も見られた。

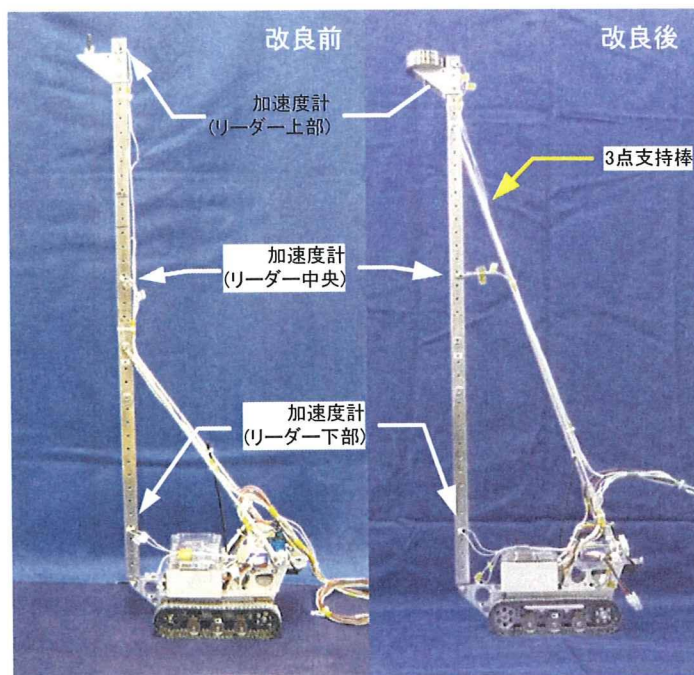


写真3-2-1 3点支持棒の取り付け高さに関する改良前後の比較



写真 3-2-2 実大走行実験に用いたくい打機の外観

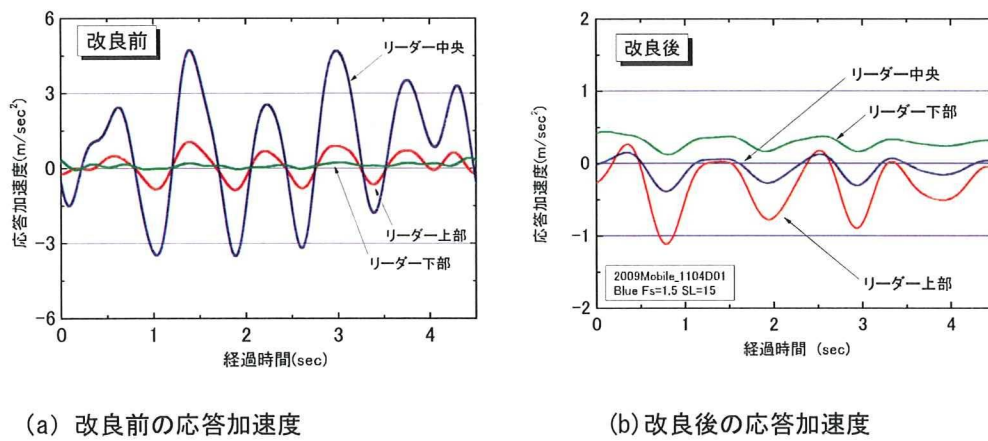


図 3-2-1 履帯形状と模型地盤劣化

改良後の波形はリーダー上部の振幅が最も大きく、増幅する様子が現れている。これは3点支持棒の連結位置を上端に改良したことにより、リーダー部の剛性が高まり、走行体と一体的な運動が再現できるようになったことを示している。

3.2.2 遠心力により生じる履帯張力の低減

遠心加速度は履帯の自重を増加させる。改良前の模型では、この増加によって履帯に張力が生じることがわかった。そのため、この張力を低減するための改良を行った。写真 3-2-3 は改良前と改良後の履帯付近を比較して示す。

履帯は、その両端が前輪(FS)と後輪(RS)で支持されている。RSは駆動輪であり、FSは従動輪である。履帯の下面は3つの補助輪(FR,CR,RR)で支持されている。一方、上面については支持するものがなかった。そのため、改良前の模型では遠心場で履帯にたわみが生じ、履帯には張力が発生した。

FS, RS, FR, CR, RRでは载荷荷重(鉛直荷重)を計測している。その目的は支持地盤に働く接地圧力を明らかにするためである。その詳細は後述するが、発生する履帯の張力はFSとRSに水平荷重として作用し、载荷荷重の計測に干渉する問題があきらかになった。

また張力は軸受けの摩擦を増加させる問題も発生させる。その影響により駆動力が低下し、走行速度は安定しない問題があった。

この2つの問題を解決するために、張力の増加を低減する改良を施した。その方法は上面の履帯を支持する補強板を取り付けるものである。写真 3-2-4 は上面の履帯を支持する補強盤の様子を示す。写真 3-2-5 は補強盤の外観を示す。補強盤はアルミ製であり、片持ち梁構造で筐体に取り付けられる。履帯のチェーンが接触して擦れる部分には、高強度で摩擦係数が小さなテフロン材を貼り付けている。

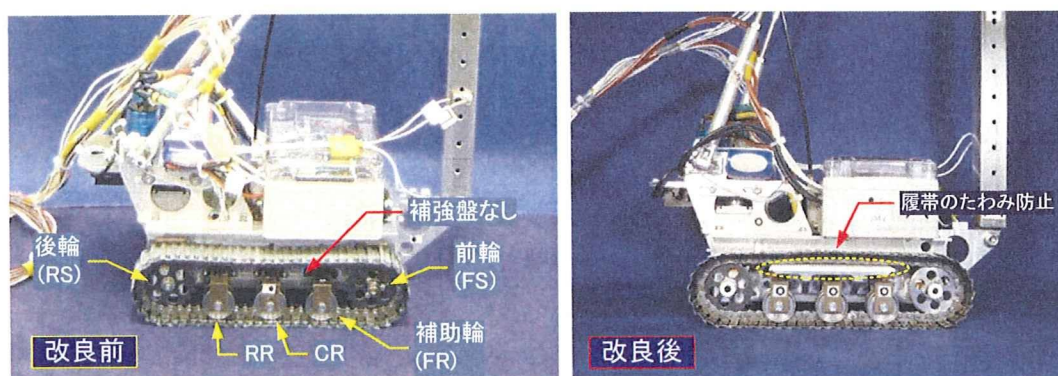


写真 3-2-3 履帯のたわみを防止する補強盤の改良

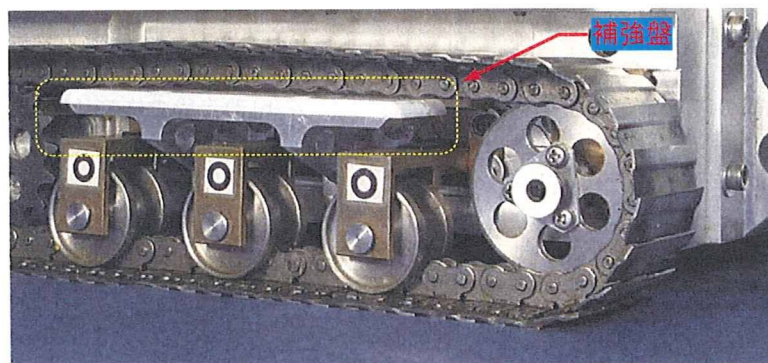


写真 3-2-4 上面の履帯を支持する補強盤の様子

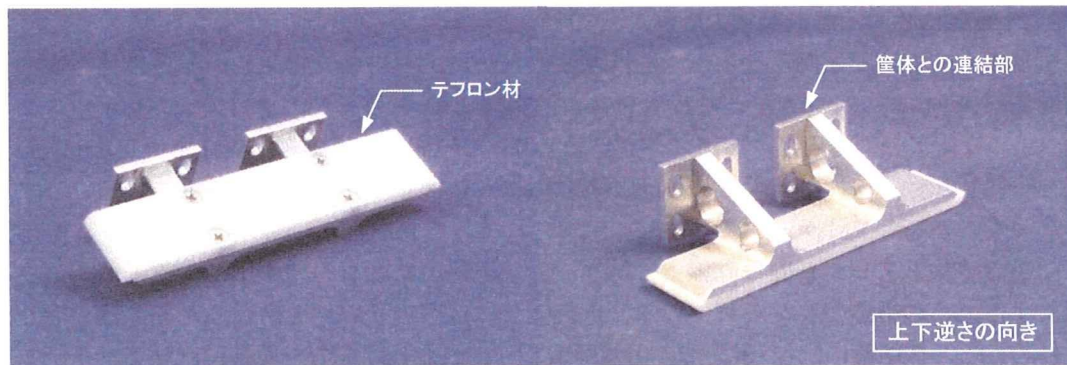


写真 3-2-5 補強盤の外観

3.2.3 車軸に生じる載荷荷重の計測

履帯から支持地盤に働く接地圧力を計測するために、履帯を支持する前輪と後輪および補助輪のアームにひずみゲージを貼り付けた。写真 3-2-6 は各部の支持アームを示す。後輪(RS)の支持アームは円形のベアリングが備わり、この部分に駆動軸が貫通する。アームの表と裏に貼り付けられたひずみゲージにはそれぞれ 2 本のリード線が接続している。ひずみゲージの表面は VM テープで養生して保護されている。

前輪は車軸とアームが同一直線上にあり、先ほど述べた水平力の作用による干渉を最小限にするための構造が与えられている。車軸部分にはベアリングを内蔵した従動輪が取り付けられる。補助輪には 2 重構造の円盤が備わり、円盤の間部分を履帯に内蔵されるチェーンが通過する。

写真 3-2-7 筐体に取り付けられた各支持アームの様子を示す。各支持アームはボルト止めされ、載荷荷重に対して片持ち張り構造となる。従って、載荷荷重が働くと支持アームは曲げ変形する。この曲げ変形をひずみゲージで計測し、後述する校正係数を用いて載荷荷重を求める。なお、補強盤は支持アームとは独立して筐体に取り付けられており、補強盤に働く荷重が支持アームのひずみゲージに干渉しない構造を与えた。

写真 3-2-8 は後輪を駆動する軸の構造を示す。先の写真 3-1-5 に示したギアボックスにはかさ歯車が備わる。このかさ歯車は後輪の駆動軸上に取り付けられたかさ歯車に契合する。これにより駆動力が後輪に伝達される。なお、後輪に載荷荷重が作用すると支持アームは曲げ変形する。この変形を妨げずに後輪を駆動するために、駆動軸にはスリットカップリング構造を与えた。この構造は車軸にスリット上の切れ目が複数与えられている。これにより駆動力を伝達するための強度を有しつつ、比較的自由的な曲げ変形が可能となっている。

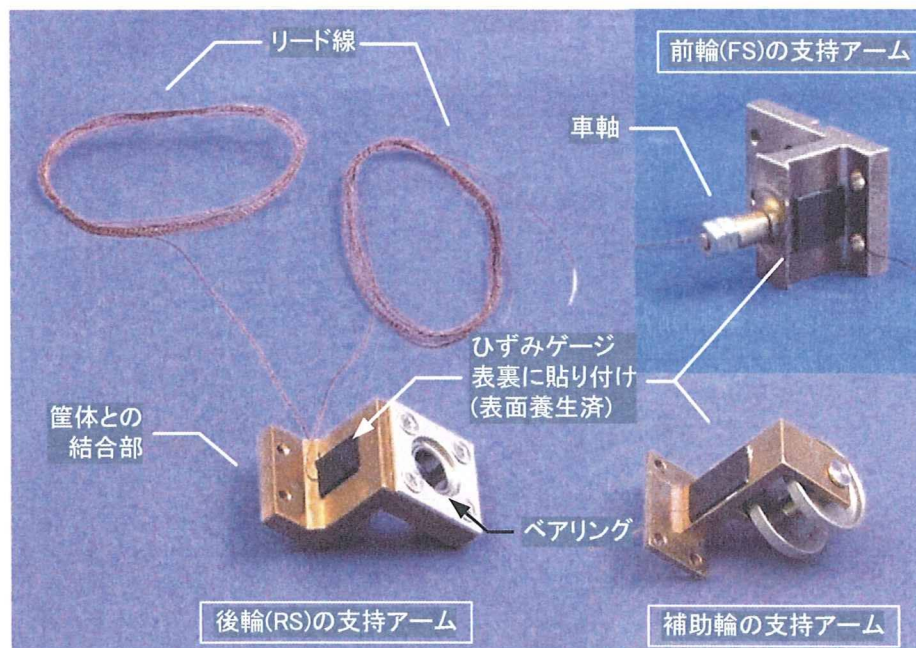


写真 3-2-6 前輪と後輪と補助輪の支持アーム

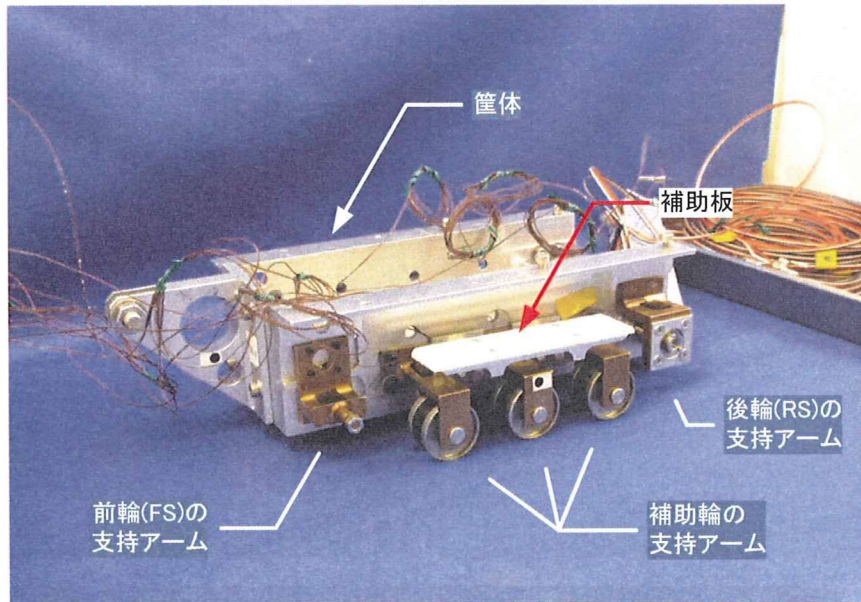


写真 3-2-7 筐体に取り付けられた支持アーム

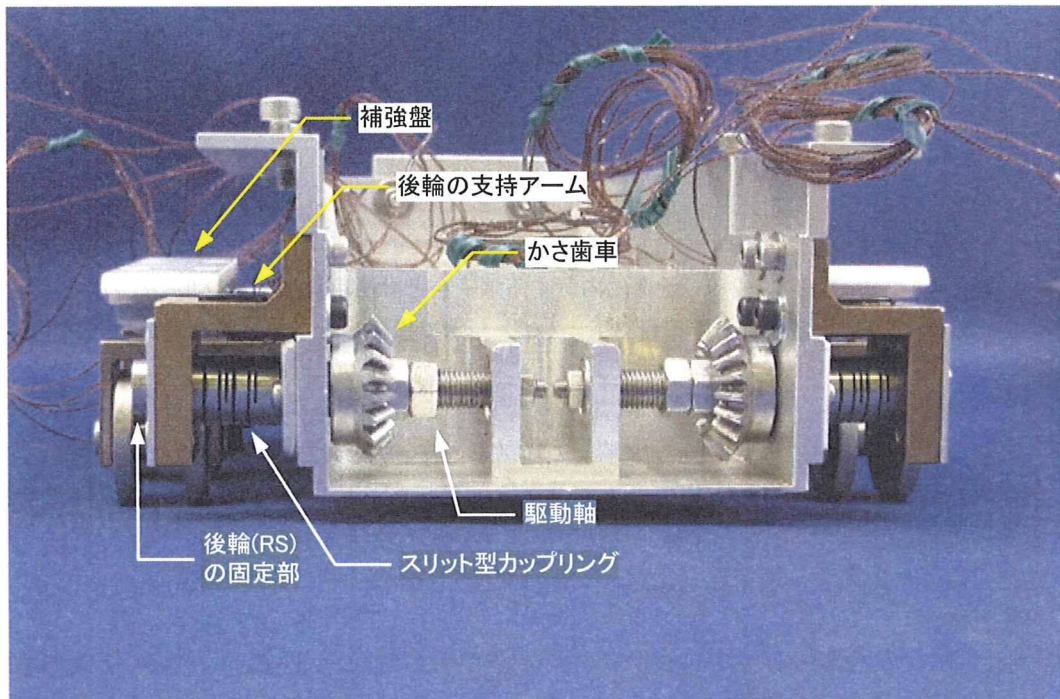


写真 3-2-8 スリット型カップリングを与えた後輪 (RS) の駆動軸

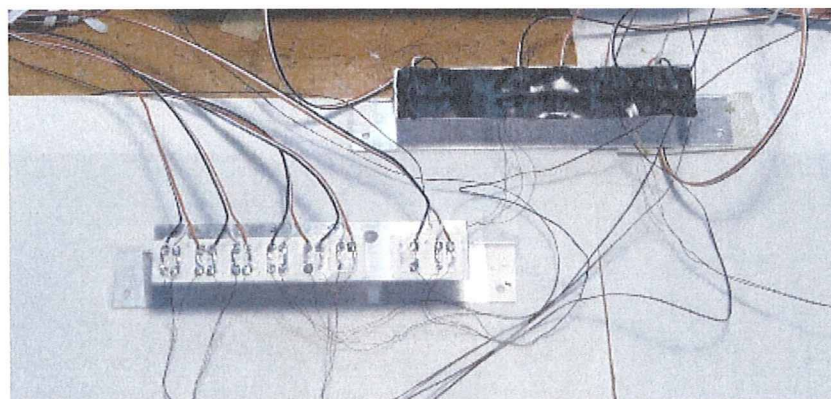
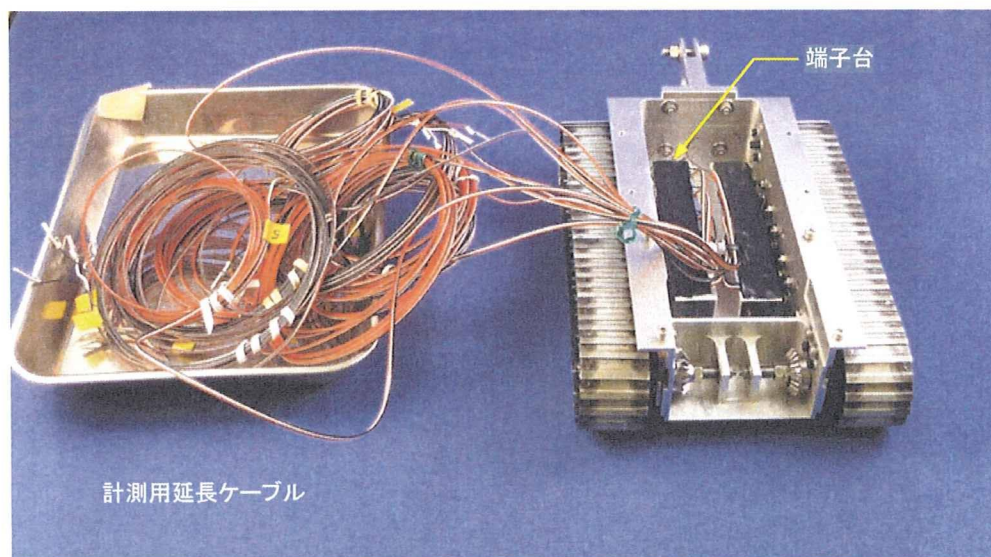


写真 3-2-9 筐体に内蔵する端子台と計測用延長ケーブル
(上：筐体に設置された端子台，下：2ゲージ法で接続したリード線と延長ケーブル)

写真 3-2-9 は筐体に内蔵された端子台の様子と端子台における変換接続の状態を示す。筐体の左右に備わる全ての支持アームには 2 枚のゲージが貼り付けられており、出力されるリード線の全数は 40 本となる。支持アーム 1 個につき 4 本のリード線が出力されるが、これを筐体に内蔵する端子台で 2 ゲージ法に変換する。従って、1 つの支持アームについて 3 線となる。

別に用意した 3 線タイプの延長ケーブルを端子台に接続し、他端には平状の圧着端子を取り付ける。これは、後述するブリッジボックスとの接続を容易にするためである。端子台の表面は VM テープで養生する。

3.2.4 車軸荷重と応答ひずみの検定

車軸荷重と応答ひずみの関係を調べるために、各車軸に対して検定を行った。载荷試験には支持アームを固定するために専用の治具を作製した。写真3-2-10に作製した治具とこれに取り付けた支持アーム及びケーブルを接続するブリッジボックスを示す。

写真3-2-11に载荷試験の様子を示す。試験には空圧式载荷装置を用いた。本装置には複動式のペロフラムシリンダーが内蔵されている。荷重はペロフラムシリンダーに供給する2系統の空気圧の差によって発生し、昇降台が上下する。空気圧力は装置に備わる空圧調整バルブで増減させる。試験体は昇降台と載荷板の間に設置する。載荷荷重は載荷板の上部に配置した荷重計で計測され、その値は荷重支持計にも表示される。

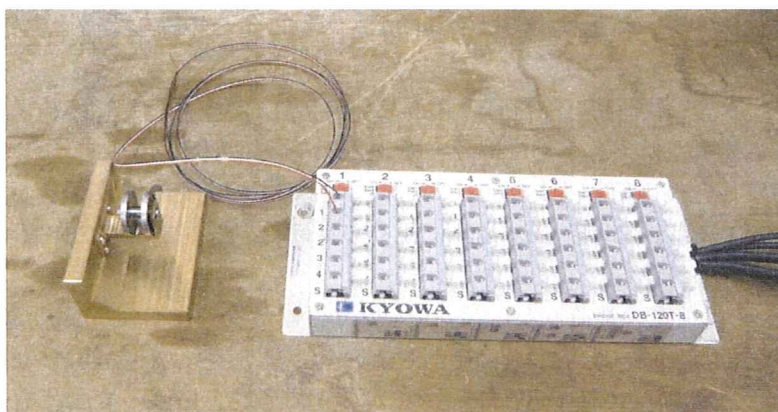


写真 3-2-10 治具に取り付けた車軸と計測機器

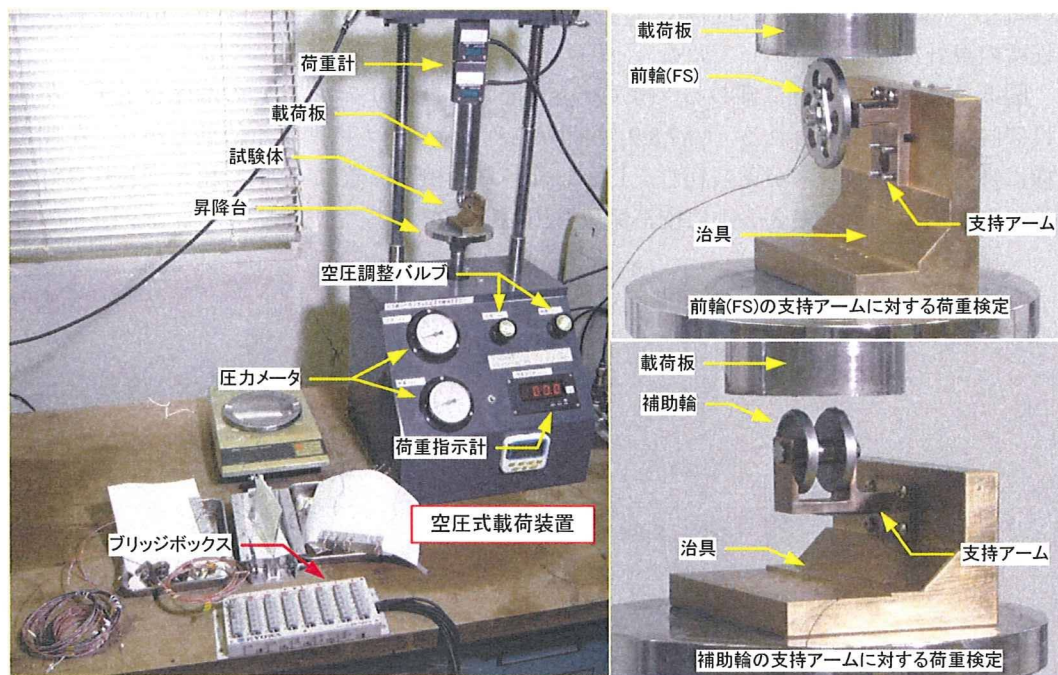


写真 3-2-11 支持アームの検定に用いた試験装置と载荷の様子（左：空圧式载荷装置，右上：前輪の支持アームの荷重検定，右下：補助輪の支持アームの荷重検定）

右上の写真は前輪(FS)の支持アームに対する荷重検定の様子を示す。支持アームは治具にボルト留めされており、片持ち梁構造である。検定は支持アームに前輪が取り付けられた状態で実施した。空圧をゆっくりと増加させて、載荷荷重(F)を与えた。荷重検定では F の上限値を約300Nとした。

載荷板との接触面にはグリスを塗布して摩擦を軽減した。これは摩擦が水平荷重となって車輪に働くと、支持アームの応答ひずみ(r_s)に干渉が生じるためである。すなわち、鉛直の F 増分に対する r_s 増分の直線性が損なわれないようにするために、グリスで摩擦を低減した。

右下は補助輪の支持アームに対する荷重検定の様子である。補助輪には2つの車輪が備わる。この車輪の間隔は履帯に内蔵されたチェーンの幅より大きく、模型ではチェーンをまたぐように位置する。荷重検定では治具にボルト留めした片持ち梁構造を与え、FSと同様に検定を行った。

F と r_s のデータを、載荷時と除荷時の両方で計測した。データのサンプリングの周波数は1Hzである。本研究では、各車軸の番号を図3-2-2の通り定義した。

図3-2-3は筐体左側に備わる支持アームCh1からCh5の F と r_s の関係を示す。Ch1(前輪)とCh5(後輪)の直線性が補助輪Ch2,3,4に比べて良好である。これはCh1とCh5は車輪が1個であるためと思われる。

Ch1とCh5では荷重の載荷点からゲージを貼り付けた位置までの距離が一定であり、荷重増分に対する曲げモーメント増分は比例して大きくなる。一方、補助輪には車輪が2個備わるために、この両輪に対する荷重の分担が変化することによって曲げモーメントの出力増分に影響が生じる。その結果、荷重増加に対して曲げモーメントが必ずしも比例した増加を示さない状況が生じたものと考えられる。この影響と見られるヒステリシスがCh2,3,4の曲線には幾分見られる。しかしながら、その程度は顕著ではなく相関係数は0.99程度の良好な直線性を示している。

図3-2-4は筐体右側に備わる支持アームCh6からCh10の F と r_s の関係を示す。左側とほぼ同様な傾向が見られる。Ch7,8,9は補助輪の支持アームに関する結果であり、左側と同様に幾分ヒステリシスが見られる。しかしながら、相関係数は0.99を超えており良好な直線性が認められる。表3-2-1に校正係数と相関係数を示す。

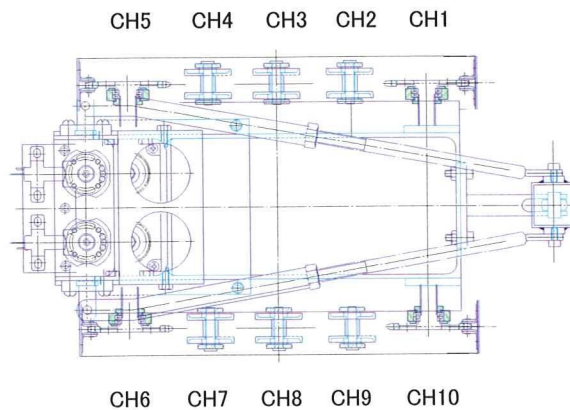
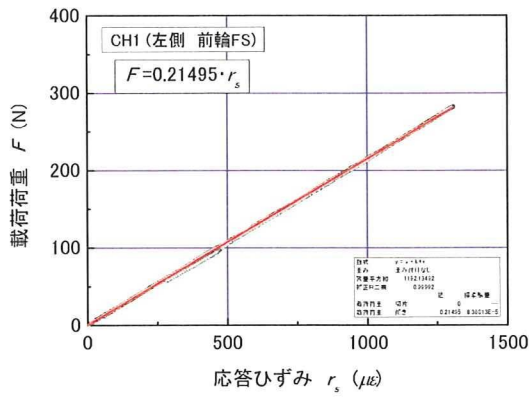
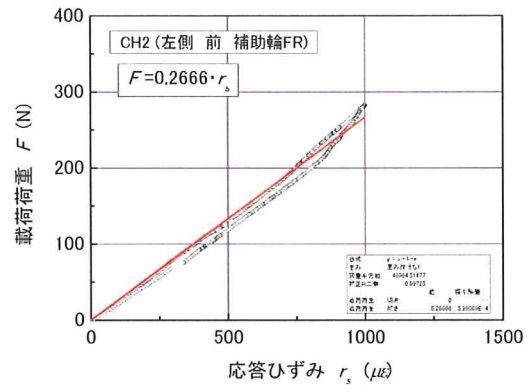


図 3-2-12 車軸番号

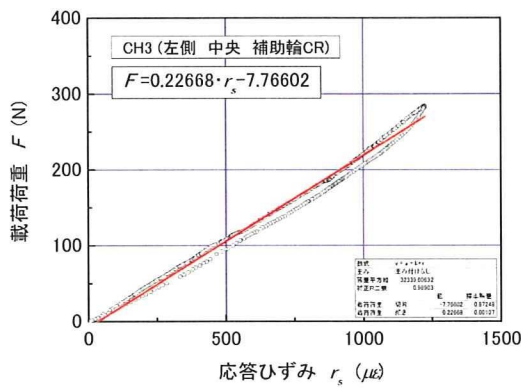
第3章 くい打機のモデル化と実験装置の開発



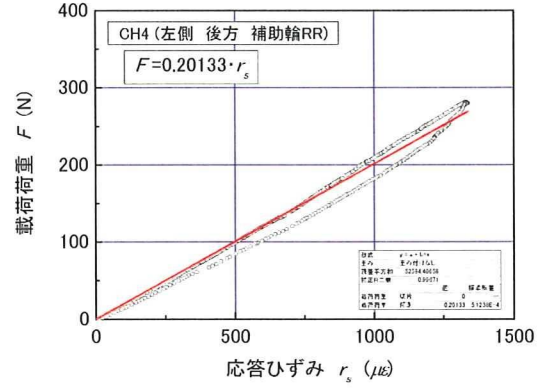
(a) ch1



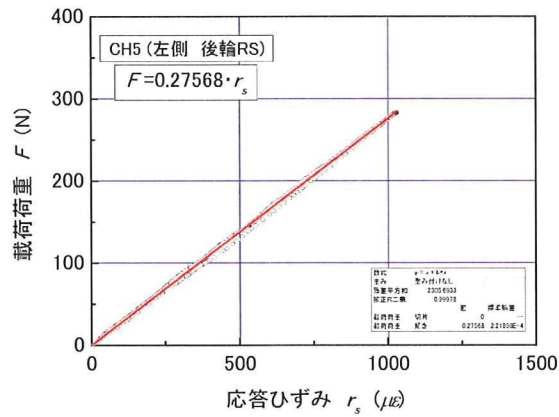
(b) ch2



(c) ch3

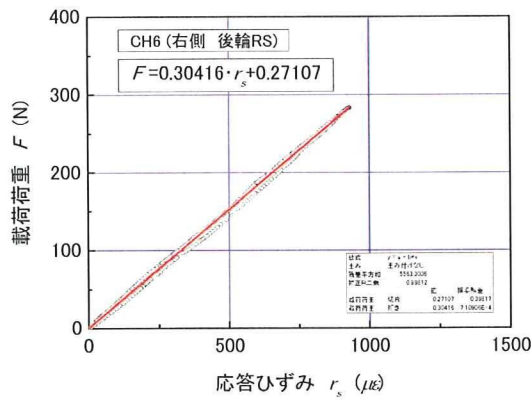


(d) ch4

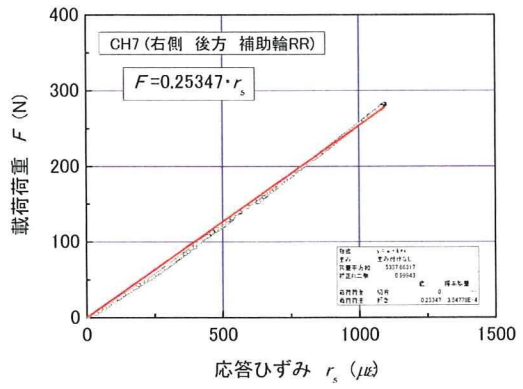


(e) ch5

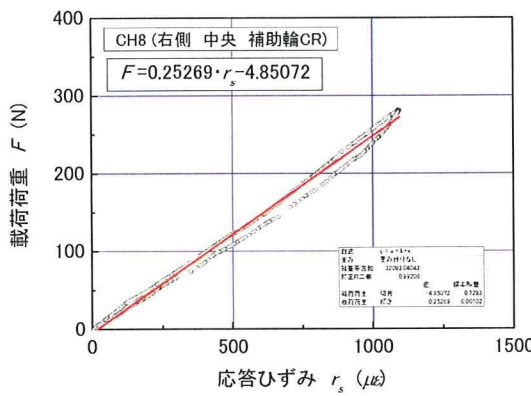
図 3-2-3 左側支持アームの荷重検定の結果



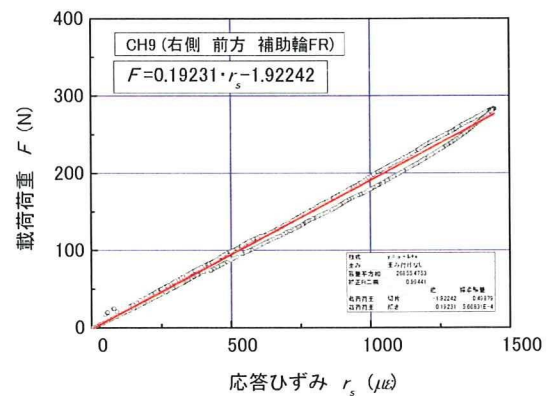
(f) ch6



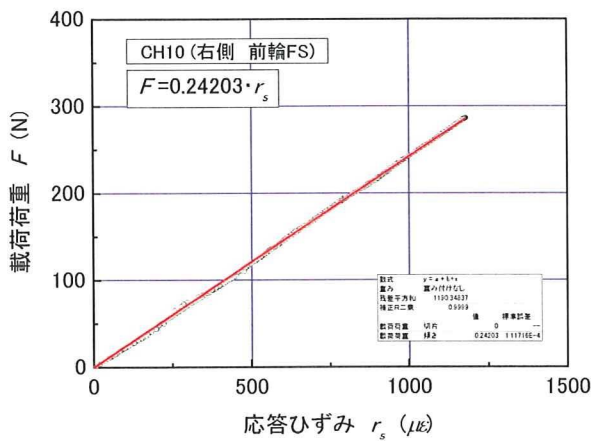
(g) ch7



(h) ch8



(i) ch9



(j) ch10

図 3-2-4 右側支持アームの荷重検定の結果

表 3-2-1 校正係数と相関係数

チャンネル番号	校正係数 (N/ μE)	相関係数
ch1	0.21495	0.99992
ch2	0.26666	0.99725
ch3	0.22668	0.98903
ch4	0.20133	0.99671
ch5	0.27568	0.99978
ch6	0.30416	0.99812
ch7	0.25347	0.99943
ch8	0.25269	0.99208
ch9	0.19231	0.99441
ch10	0.24203	0.99990

3.3 その他の実験装置

3.3.1 遠心模型実験装置

実験に使用した遠心模型実験装置の概要を写真3-3-1および図3-3-1に示す。表3-3-1には主な仕様を示す。

遠心模型実験装置は当研究所建設安全実験棟の遠心模型実験室の地下1階に備わる。この装置に動的試験用と静的試験用に独立したプラットフォームが備わり、非対称な構造を有している。動的試験用のプラットフォームには強制着座システムが備わり、安定した加振が可能となっている。静的試験用プラットフォームは1.5m×1.1mの面積を有し、有効半径が2.3mクラスでは最大規模である。

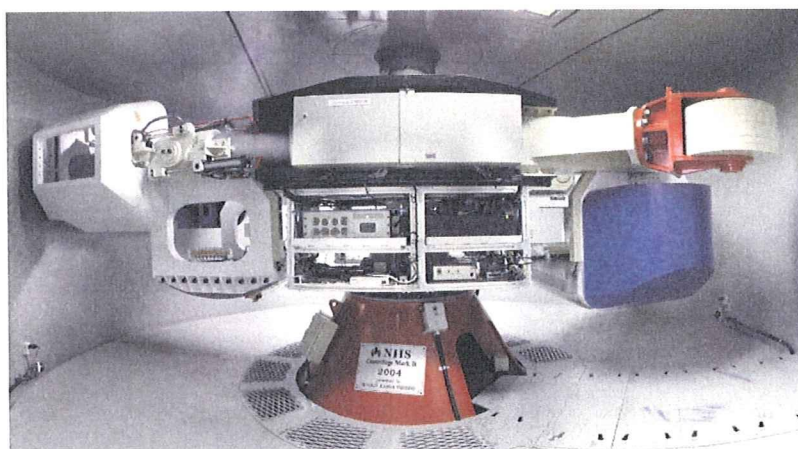


写真3-3-1 遠心模型実験装置 (NIIS Mark-II Centrifuge)

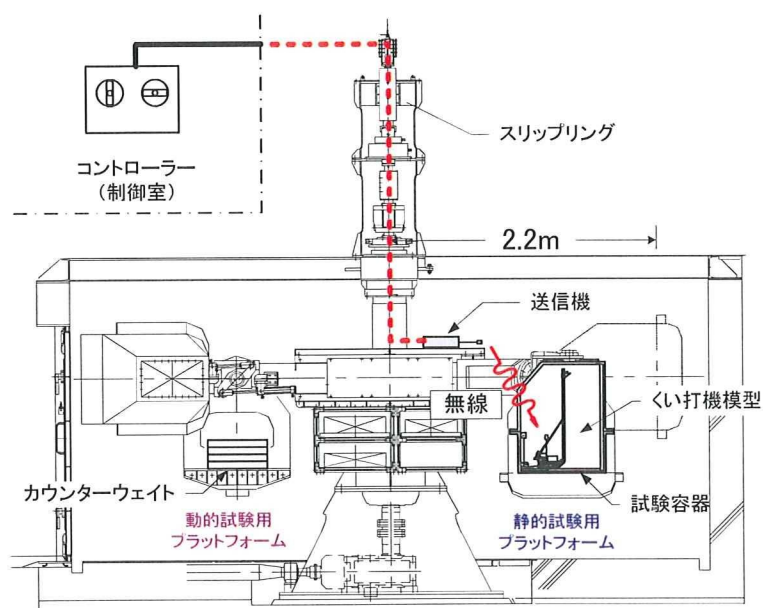


図 3-3-1 遠心模型実験装置の概要

表 3-3-1 遠心模型実験装置の主な仕様

型式	静的・動的試験専用独立 プラットフォーム型	バランス機構	プラットフォーム上での手動調整+ 自動調整式(オートバランサー) バランスウェイト 1.28ton・m オートバランサー ±24kg/m
回転半径	動的試験用 2.20m 静的試験用 2.38m	装置全質量	約 35ton (回転アーム 14ton)
ビット	内径 5.7m 有効高さ 2.7m 架台部 ビット φ 2.5m -400mm 駆動軸ビット幅 1m -350mm	操作制御 システム	運転制御 回転数増分一定及び遠心加速度増分一定 制御対象 速度制御 制御精度: ±0.05FS 回転数指令 0~194rpm(0.1 間隔) 遠心加速度指令 0~100g(0.1 間隔)
最大遠心加速度	動的試験 50g (143rpm) 静的試験 100g (194rpm)	着座方式	動的試験 油圧強制着座方式
搭載質量	動的試験 1000kg 静的試験 500kg	カウル	動的試験 回転アーム部 静的試験 プラットフォーム部
遠心場能力	動的試験 50g-ton 静的試験 50g-ton	動力ユニット	直流電動機 GF100-225B1(MEIDEN) 90kW 直交従型減速機 オイルバス潤滑
プラットフォーム 搭載サイズ(最大)	動的試験 W1.1m × L0.95m × H1m 静的試験 W1.5m × L1.1m × H1.18m	スリップリング	動力用 2 極(AC100V 30A) 制御用 17 極(AC100V 1A) 回転載荷部のターミナルボックスとは有線 接続
ビット冷却方式	自然換気 (吸排気ダクト付き)	ロータリー ジョイント	油圧用 2 ポート 21MPa 空圧用 3/4 インチ 1 ポート 0.7MPa 水圧用 3/4 インチ 2 ポート 0.5MPa

装置本体は 90kW の直流モーターで駆動され、最大 100g の遠心力を载荷することができる。なお、動的実験については搭載する加振装置の仕様により最大加速度は 50g に制限される。

遠心装置の荷重バランスは、カウンターウェイトの搭載による手動調整と、支柱内に内蔵されたオートバランサーの移動による自動調整により確保される。運転制御については、遠心加速度の増加と減少がコンピュータ制御されており、回転数増分一定と遠心加速度増分一定の 2 つの方式による増減が可能である。

スリップリングには動力用と制御用が備わる。動力用では AC100V30A 用に 2 極備わり、制御用には AC100V1A 用に 17 極備わる。ロータリジョイントには油圧、空圧、水圧の 3 系統が備わる。油圧は 2 系統で供給され 1 系統プラットフォームの着座及びオートバランサーの移動用に使用するものである。もう一つの系統は加振装置の動力用である。空圧用に 1 系統(0.7MPa)と水圧用に 2 系統(0.5MPa)が備わり、これまでに遠心場降雨実験に使用されている。

3.3.2 データ収録装置

遠心模型実験では耐 G 性を有するデータ収録装置を使用する必要がある。当研究所の遠心装置には共和電業製の遠心載荷試験用シグナルコンディショナ MCA-164AS が搭載されている。写真 3-3-2 に収録装置本体を示し、主な仕様を表 3-3-2 に示す。

本装置の耐 G 性能は約 392m/s^2 (40G) である。この装置は遠心装置の中心近くのラックに搭載されており、この位置までの最大半径は約 1m である。同一回転数における遠心力の値は半径に比例するため、約 90g までの実験が可能なことになる。

表 3-3-3 にシグナルコンディショナの仕様を示し、表 3-3-4 に A/D ボード変換部他の仕様を示す。本体には CPU ボードとメモリボードとトリガーボードが内蔵される。シグナルコンディショナボード 1 枚には 4 チャンネルの計測装置が備わる。本体にはこのシグナルコンディショナが 16 枚搭載されており、最大 64 チャンネルまでの計測が可能である。16 ビットの A/D 変換器が内蔵されており、全チャンネル同時計測が可能である。遠心模型実験ではパーソナルコンピュータにインストールされた制御ソフトウェアからの指令により静的収録モードと動的収録モードの切り替えが可能である。

アンプ部と A/D 変換部の設定および集録データの回収は、GP-IB インターフェースを介して制御用パソコンで行う。サンプリング周波数は最高が 40kHz であり、最大のサンプリングレイトは 1 時間である。

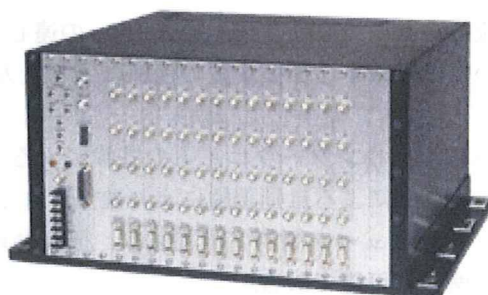


写真 3-3-2 データ収録装置本体の外観(共和電業製 MCA-164AS)

表 3-3-2 遠心場データ収録装置の主な仕様

分類	項目	条件
CPU ボード	インターフェース	GB-IB 最大転送速度 200K バイト/s
TRG (トリガ) ボード	レベルトリガ トリガチャンネル	任意の 1 チャンネル
	設定範囲	0~±100%
	外部トリガ	接点信号入力 (フォトカプラにより絶縁)
	トリガ出力	オープンコレクタ出力
メモリボード	メモリ容量	1M バイト (500K ワード) /チャンネル
シグナルコンディショナボード	測定チャンネル数	4/ボード × 16 ボード=64 チャンネル
	測定入力信号	ひずみゲージ, 半導体ゲージ, 電圧 (リモート制御)