(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第5932130号
(P5932130)
(45)発行日　平成28年6月8日(2016.6.8)　(24)登録日　平成28年5月13日(2016.5.13)

(51)Int.Cl.　F I
G01N 3/08 (2006.01)　G01N 3/08

請求項の数 18　(全 17 頁)

(21)出願番号　特願2015-502051(P2015-502051)
(86)(22)出願日　平成24年3月31日(2012.3.31)
(65)公表番号　特表2015-511711(P2015-511711A)
(43)公表日　平成27年4月20日(2015.4.20)
(86)国際出願番号　PCT/CN2012/073440
(87)国際公開番号　WO2013/143152
(87)国際公開日　平成25年10月3日(2013.10.3)
審査請求日　平成26年9月30日(2014.9.30)

(73)特許権者　514248617
中国▲鉱▼▲業▼大学（北京）
中華人民共和国　１００００８３　北京市海淀区学院路丁１１号
(74)代理人　100114557
弁理士　河野　英仁
(74)代理人　100078868
弁理士　河野　登夫
(72)発明者　何　▲満▼潮
中華人民共和国　１００００８３　北京市海淀区学院路丁１１号
(72)発明者　▲賈▼　雪娜
中華人民共和国　１００００８３　北京市海淀区学院路丁１１号

最終頁に続く

(54)【発明の名称】模擬衝撃型岩ハネ実験装置

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
フレームと、
供試体ケースアセンブリーと、
前記フレーム上に装着されたＸ軸方向ローディング機構、Ｙ軸方向ローディング機構、及びＺ軸方向ローディング機構と、
前記Ｘ軸方向ローディング機構、Ｙ軸方向ローディング機構、Ｚ軸方向ローディング機構をそれぞれ制御するための３セットの互いに独立した制御システムと、を備える模擬衝撃型岩ハネ実験装置であって、
前記Ｘ軸方向ローディング機構は、
矩形に配置された４本のＸ方向支柱と、
前記フレーム上に装着され、且つ、前記４本のＸ方向支柱の一端に固定された第１のＸ方向枠体と、
前記フレーム上に装着され、前記４本のＸ方向支柱の他端に固定され、且つ、前記第１のＸ方向枠体にアライメントされた第２のＸ方向枠体と、
前記第１のＸ方向枠体の中央部に固定・装着されたＸ方向ローディング液圧シリンダと、
前記第２のＸ方向枠体の中央部に装着され、その中心線と前記Ｘ方向ローディング液圧シリンダのピストンロッドの中心線とが同一の直線上に位置し、且つ、その外端部にＸ方向調整用ハンドホイールが装着され、内端部にＸ方向センサが装着されたＸ方向親ねじと

を備え、
前記Ｙ軸方向ローディング機構は、
矩形に配置され、且つ、前記フレーム上に装着された４本のＹ方向支柱と、
前記４本のＹ方向支柱の一端に固定された第１のＹ方向枠体と、
前記４本のＹ方向支柱の他端に固定され、且つ、前記第１のＹ方向枠体にアライメントされた第２のＹ方向枠体と、
前記第１のＹ方向枠体の中央部に固定・装着されたＹ方向ローディング液圧シリンダと、
前記第２のＹ方向枠体の中央部に装着され、その中心線と前記Ｙ方向ローディング液圧シリンダのピストンロッドの中心線は同一の直線上に位置し、且つその外端部に操縦輪が装着され、内端部にＹ方向センサが装着されたＹ方向親ねじと、を備え、
前記Ｚ軸方向ローディング機構は、
矩形に配置された４本のＺ方向支柱と、
前記フレーム上に装着され、且つ、前記４本のＺ方向支柱の一端に固定された第１のＺ方向枠体と、
前記フレーム上に装着され、前記４本のＺ方向支柱の他端に固定され、且つ、前記第１のＺ方向枠体にアライメントされた第２のＺ方向枠体と、
前記第１のＺ方向枠体の中央部に固定・装着されたＺ方向ローディング液圧シリンダと、
前記第２のＺ方向枠体の中央部に装着され、その中心線と前記Ｚ方向ローディング液圧シリンダのピストンロッドの中心線は同一の直線上に位置し、且つ、その外端部にＺ方向調整用ハンドホイールが装着され、内端部にＺ方向センサが装着されたＺ方向親ねじとを備え、
前記Ｘ方向ローディング液圧シリンダのピストンロッドの中心線の延長線と、前記Ｙ方向ローディング液圧シリンダのピストンロッドの中心線の延長線と、前記Ｚ方向ローディング液圧シリンダのピストンロッドの中心線の延長線とは、同一の中心点で交差し、前記供試体ケースアセンブリーは、前記フレーム上に載置され、その中心と前記中心点とが重なり合っていて、
前記供試体ケースアセンブリーは、岩石被検試料を装着するための、１２の角からなる直方体形または正方体形の枠体、および６つの圧力板を備え、ここで、
その中の６つの面において、前記６つの圧力板はそれぞれ枠体の６つの窓に対応し、各の圧力板は圧力板本体を備え、前記圧力板本体の前記枠体内部向けの平面がローディング面であり、前記ローディング面と反対側の他の面が当接面であり、前記圧力板のローディング面の寸法は、前記枠体の窓の寸法より小さく、前記各の圧力板の周辺の中点位置からそれぞれ一つの穴付き掛け柄が延伸されており、前記圧力板は、前記穴付き掛け柄および係止体を介して前記枠体上に掛けられることを特徴とする、模擬衝撃型岩ハネ実験装置。
【請求項２】
前記フレーム上に２対のＸ方向ガイドレールが設けられ、前記第１のＸ方向枠体の下面に１対の第１のＸ方向脚部が設けられ、前記第１のＸ方向脚部の下面にそれぞれ一つの第１のＸ方向転輪が装着され、前記第２のＸ方向枠体の下面に１対の第２のＸ方向脚部が設けられ、前記第２のＸ方向脚部の下面にそれぞれ一つの第２のＸ方向転輪が装着され、前記２つの第１のＸ方向転輪、２つの第２のＸ方向転輪は、それぞれ前記２対のＸ方向ガイドレールに配合して動作することを特徴とする、請求項１に記載の模擬衝撃型岩ハネ実験装置。
【請求項３】
前記フレーム上に２対のＺ方向ガイドレールが設けられ、前記第１のＺ方向枠体の下面に１対の第１のＺ方向脚部が設けられ、前記第１のＺ方向脚部の下面にそれぞれ一つの第１のＺ方向転輪が装着され、前記第２のＺ方向枠体の下面に１対の第２のＺ方向脚部が設けられ、前記第２のＺ方向脚部の下面にそれぞれ一つの第２のＺ方向転輪が装着され、前記２つの第１のＺ方向転輪、２つの第２のＺ方向転輪は、それぞれ前記２対のＺ方向ガイ

ドレールに配合して動作することを特徴とする、請求項１に記載の模擬衝撃型岩ハネ実験装置。

【請求項４】

前記フレームは、ベースと、コラムで前記ベース上に支持された水平の作業台とを備え、前記第１のＸ方向枠体、第２のＸ方向枠体、４本のＹ方向支柱、第１のＺ方向枠体、第２のＺ方向枠体は、いずれも前記作業台上に装着され、前記第２のＹ方向枠体は、前記作業台とベースとの間の空間内に設置されることを特徴とする、請求項１に記載の模擬衝撃型岩ハネ実験装置。

【請求項５】

前記Ｙ方向支柱は、垂直方向に沿って配置され、且つ、前記Ｙ方向支柱の下端部は、前記フレームを通り抜け、前記各のＹ方向支柱の下部には、一つの雌螺が配合され、前記各のＹ方向支柱の下部には、一つの圧縮バネがスリーブ装着され、前記圧縮バネの上端が前記雌螺に当接し、その下端が前記フレームに当接することを特徴とする、請求項１に記載の模擬衝撃型岩ハネ実験装置。

【請求項６】

前記第２のＹ方向枠体の側面には、Ｙ方向調整用ハンドホイールが装着され、当該Ｙ方向調整用ハンドホイールと前記操縦輪との間に伝動用チェーンが配合されることを特徴とする、請求項１に記載の模擬衝撃型岩ハネ実験装置。

【請求項７】

前記制御システムは、複数の前記センサと、液圧源と、制御器と、を備え、

ここで、

前記複数のセンサは、岩石被検試料の受けた力、変位または変形量をそれぞれ収集するためのものであり、

前記液圧源は、ポンプ場およびサーボ弁を備え、前記ポンプ場は、前記Ｘ方向ローディング液圧シリンダ及び／又はＹ方向ローディング液圧シリンダ及び／又はＺ方向ローディング液圧シリンダへ液圧油を提供するためのものであり、前記サーボ弁は、少なくとも一つの調整弁および少なくとも一つの逆転弁を備え、

前記制御器は、前記複数のセンサの収集した信号を受信し、且つ、入力された外乱荷重信号値と比較して差値を得、当該差値により修正調整を行って前記調整弁の開度を制御し、さらに、前記Ｘ方向ローディング液圧シリンダ及び／又はＹ方向ローディング液圧シリンダ及び／又はＺ方向ローディング液圧シリンダそれぞれの給油量または出油量、および給油スピードまたは出油スピードを制御し、さらに、前記Ｘ方向ローディング液圧シリンダ及び／又はＹ方向ローディング液圧シリンダ及び／又はＺ方向ローディング液圧シリンダのそれぞれのピストンロッドの移動した変位距離、またはそれぞれ受けた力の大きさを制御し、同時に、前記制御器は、前記逆転弁の逆転を制御して、最終的に前記Ｘ方向ローディング液圧シリンダ及び／又はＹ方向ローディング液圧シリンダ及び／又はＺ方向ローディング液圧シリンダのそれぞれのピストンロッドの伸縮した変位距離、またはそれぞれの受けた力の大きさと、前記入力した外乱荷重信号で表現した力、変位または変形量とを一致させることを特徴とする、請求項１に記載の模擬衝撃型岩ハネ実験装置。

【請求項８】

前記当接面の寸法は、前記枠体の窓の寸法より大きいか、または前記枠体の窓の寸法に等しく、前記圧力板本体の上且つ前記ローディング面の外周部に過渡的傾斜面が設けられることを特徴とする、請求項１に記載の模擬衝撃型岩ハネ実験装置。

【請求項９】

前記供試体ケースアセンブリーは、前記各の圧力板と岩石被検試料との間に設置されるための６つの厚さ１～２ｍｍの減摩板をさらに備えることを特徴とする、請求項１に記載の模擬衝撃型岩ハネ実験装置。

【請求項１０】

前記６つの圧力板の一つは、中央貫通孔を備え、前記中央貫通孔が岩石被検試料上の半分孔のポートに対応することを特徴とする、請求項１に記載の模擬衝撃型岩ハネ実験装置

。
【請求項１１】
中央貫通孔を含む圧力板の当接面の中央部に装着部が設けられ、前記装着部は、透光槽を備え、前記透光槽内にマイクロカメラが装着され、当該マイクロカメラは前記圧力板の中央貫通孔に対向することを特徴とする、請求項９に記載の模擬衝撃型岩ハネ実験装置。
【請求項１２】
前記６つの圧力板において同一の方向に装着された１対の圧力板は、それぞれ一つの中央貫通孔を備え、前記２つの中央貫通孔は、それぞれ岩石被検試料上の貫通孔の２つのポートに対応することを特徴とする、請求項１に記載の模擬衝撃型岩ハネ実験装置。
【請求項１３】
中央貫通孔を含む１対の圧力板中の一つの圧力板の当接面の中央部に、装着部が設けられ、前記装着部は、透光槽を備え、
前記透光槽内にマイクロカメラが装着され、
中央貫通孔を含む１対の圧力板中の他の一つの圧力板の当接面の中央部に、第２の装着部が設けられ、前記第２の装着部は、第２の透光槽を備え、前記第２の透光槽内に合焦ライトが装着され、前記マイクロカメラおよび合焦ライトは、いずれも前記圧力板の中央貫通孔に対向していることを特徴とする、請求項１２に記載の模擬衝撃型岩ハネ実験装置。
【請求項１４】
前記供試体ケースアセンブリーは、さらに供試体ケース車を備え、当該供試体ケース車は、平板と、当該平板の両側に装着された２対の車輪とを備え、２対の車輪は、前記４本のＸ方向支柱の下方の２本に配合して動作し、または前記４本のＺ方向支柱の下方の２本に配合して動作することを特徴とする、請求項１、８～１３のいずれか１項に記載の模擬衝撃型岩ハネ実験装置。
【請求項１５】
前記供試体ケース車の平板の中央に、親ねじを垂直方向に透過させるための貫通孔を備えることを特徴とする、請求項１４に記載の模擬衝撃型岩ハネ実験装置。
【請求項１６】
前記供試体ケース車の平板上の貫通孔は円形状になっており、且つ前記貫通孔の直径は、前記垂直方向親ねじの直径より１～１０ｍｍ大きいことを特徴とする、請求項１５に記載の模擬衝撃型岩ハネ実験装置。
【請求項１７】
前記供試体ケース車の平板上の貫通孔は矩形状になっており、且つ前記貫通孔の１対の対辺の間の距離は、前記垂直方向親ねじの直径より１～１０ｍｍ大きいことを特徴とする、請求項１５に記載の模擬衝撃型岩ハネ実験装置。
【請求項１８】
前記供試体ケース車の平板上の貫通孔の内側縁に、係止枠が装着されており、前記係止枠の１対の対辺の間の距離が前記垂直方向親ねじの直径より１～１０ｍｍ大きいことを特徴とする、請求項１５に記載の模擬衝撃型岩ハネ実験装置。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、深部鉱山工事の岩石力学及び岩盤工事の研究分野に関し、特に、模擬衝撃型岩ハネ実験装置に関するものである。
【背景技術】
【０００２】
鉱山、水利や水力発電、鉄道（道路）の交通トンネル等の岩盤工事が深部へ進展するに伴って、岩ハネは、深部坑井における非常に危険な災害現象として、より頻繁に発生してしまうようになってきた。岩ハネは、突発性、猛烈性を持っており、爆発によって打ち出された岩石のかけらは、大量のエネルギーを持っているため、設備及び人員に脅威をもたらすだけでなく、深刻な場合には生命を脅かすこともある。

【０００３】
周知のように、爆破は、現在大規模な水利、トンネル、鉱山工事、原子力発電工事での岩盤掘削において不可欠な手段となっている。爆薬が岩盤中で爆発する際、瞬時に大量の爆発エネルギーを放出し、爆発の衝撃波及び応力波を生じ、動荷重の形で周辺の岩盤に作用して、周辺の岩盤に破砕や損傷を生じさせ、ひいては岩ハネを発生させる。現在、岩石被検試料の実験に用いられている実験装置は、剛性に乏しい場合が多く、実験の過程において、Ｘ、Ｙ、Ｚ方向に作用力の荷重を垂直にかけることを精密に確保することができないため、岩ハネ現象を誘導し難しくなり、且つ岩ハネのメカニズムの分析、研究に影響を与える。
【先行技術文献】
【特許文献】
【０００４】
【特許文献１】中国特許出願公開第１０１７１８６６０号明細書
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【０００５】
本発明は従来技術に存在する上述した欠点を解決するためになされ、剛性が良好な模擬衝撃型岩ハネ実験装置を提供することを目的とする。
【課題を解決するための手段】
【０００６】
本発明の上記目的は、以下の技術案により達成される。
【０００７】
本発明に係る模擬衝撃型岩ハネ実験装置は、フレームと、供試体ケースアセンブリーと、前記フレーム上に装着されたＸ軸方向ローディング機構、Ｙ軸方向ローディング機構およびＺ軸方向ローディング機構と、前記のＸ軸方向ローディング機構、Ｙ軸方向ローディング機構およびＺ軸方向ローディング機構をそれぞれ制御するための３セットの制御システムとを備える。ここで、前記Ｘ軸方向ローディング機構は、４本のＸ方向支柱と、第１のＸ方向枠体と、第２のＸ方向枠体と、Ｘ方向ローディング液圧シリンダと、Ｘ方向親ねじと、を備える。４本のＸ方向支柱は矩形に配置される。第１のＸ方向枠体は前記フレーム上に装着され、且つ、前記４本のＸ方向支柱の一端に固定される。第２のＸ方向枠体は前記フレーム上に装着されると共に、前記４本のＸ方向支柱の他端に固定され、且つ、前記第１のＸ方向枠体にアライメントされている。前記Ｘ方向ローディング液圧シリンダは、前記第１のＸ方向枠体の中央部に固定・装着される。前記Ｘ方向親ねじは、前記第２のＸ方向枠体の中央部に装着され、その中心線と前記Ｘ方向ローディング液圧シリンダのピストンロッドの中心線と同一の直線上に位置する。前記Ｘ方向親ねじの外端部にはＸ方向調整用ハンドホイールが装着され、内端部にはＸ方向センサが装着されている。
【０００８】
前記Ｙ軸方向ローディング機構は、４本のＹ方向支柱と、第１のＹ方向枠体、第２のＹ方向枠体と、Ｙ方向ローディング液圧シリンダと、Ｙ方向親ねじと、を備える。４本のＹ方向支柱は矩形に配置され、且つ、前記フレーム上に装着される。第１のＹ方向枠体は前記４本のＹ方向支柱の一端に固定される。第２のＹ方向枠体は前記４本のＹ方向支柱の他端に固定され、且つ、前記第１のＹ方向枠体にアライメントされている。前記Ｙ方向ローディング液圧シリンダは前記第１のＹ方向枠体の中央部に固定・装着される。前記Ｙ方向親ねじは前記第２のＹ方向枠体の中央部に装着され、その中心線と前記Ｙ方向ローディング液圧シリンダのピストンロッドの中心線とは同一の直線上に位置する。前記Ｙ方向親ねじの外端部に操縦輪が装着され、内端部にＹ方向センサが装着されている。
【０００９】
前記Ｚ軸方向ローディング機構は、４本のＺ方向支柱と、第１のＺ方向枠体と、第２のＺ方向枠体と、Ｚ方向ローディング液圧シリンダと、Ｚ方向親ねじとを備える。前記４本のＺ方向支柱は矩形に配置される。前記第１のＺ方向枠体は前記フレーム上に装着され、

且つ、前記４本のＺ方向支柱の一端に固定される。前記第２のＺ方向枠体は前記フレーム上に装着され、且つ、前記４本のＺ方向支柱の他端に固定されて、前記第１のＺ方向枠体にアライメントされている。前記Ｚ方向ローディング液圧シリンダは、前記第１のＺ方向枠体の中央部に固定・装着される。また、前記Ｚ方向親ねじは前記第２のＺ方向枠体の中央部に装着され、その中心線と前記Ｚ方向ローディング液圧シリンダのピストンロッドの中心線とは同一の直線上に位置する。前記Ｚ方向親ねじの外端部にはＺ方向調整用ハンドホイールが装着され、内端部にはＺ方向センサが装着される。

【００１０】

前記Ｘ方向ローディング液圧シリンダのピストンロッドの中心線の延長線と、前記Ｙ方向ローディング液圧シリンダのピストンロッドの中心線の延長線と、前記Ｚ方向ローディング液圧シリンダのピストンロッドの中心線の延長線とは、同一の中心点で交差する。また、前記供試体ケースアセンブリーは、前記フレーム上に載置され、その中心と前記中心点とが重なり合っている。

【００１１】

前記フレーム上には２対のＸ方向ガイドレールが設けられる。前記第１のＸ方向枠体の下面に１対の第１のＸ方向脚部が設けられ、前記の各第１のＸ方向脚部の下面にそれぞれ一つの第１のＸ方向転輪が装着される。また、前記第２のＸ方向枠体の下面に１対の第２のＸ方向脚部が設けられ、前記の各第２のＸ方向脚部の下面にそれぞれ一つの第２のＸ方向転輪が装着される。前記２つの第１のＸ方向転輪、２つの第２のＸ方向転輪は、それぞれ前記の２対のＸ方向ガイドレールに合わせて動作する。

【００１２】

前記フレーム上には２対のＺ方向ガイドレールが設けられる。前記第１のＺ方向枠体の下面に１対の第１のＺ方向脚部が設けられ、前記の各第１のＺ方向脚部の下面にはそれぞれ一つの第１のＺ方向転輪が装着される。また、前記第２のＺ方向枠体の下面に１対の第２のＺ方向脚部が設けられ、前記の各第２のＺ方向脚部の下にそれぞれ一つの第２のＺ方向転輪が装着される。前記２つの第１のZ方向転輪、２つの第２のＺ方向転輪は、それぞれ前記２対のＺ方向ガイドレールに合わせて動作する。

【００１３】

前記フレームは、ベースと、コラムにより前記ベース上に支持された水平の作業台とを備え、前記第１のＸ方向枠体、第２のＸ方向枠体、４本のＹ方向支柱、第１のＺ方向枠体、第２のＺ方向枠体は、いずれも前記作業台上に装着され、前記第２のＹ方向枠体は、前記作業台と前記ベースとの間の空間内に設置される。

【００１４】

前記Ｙ方向支柱は垂直方向に沿って配置され、且つ、前記Ｙ方向支柱の下端部は前記フレームを通り抜け、前記の各Ｙ方向支柱の下部には、それぞれ一つのナット（雌螺）が配合される。また、前記の各Ｙ方向支柱の下部には、一つの圧縮バネがスリーブ装着され、前記圧縮バネの上端が前記ナットに当接し、その下端が前記フレームに当接する。

【００１５】

前記第２のＹ方向枠体の側面には、Ｙ方向調整用ハンドホイールが装着され、当該Ｙ方向調整用ハンドホイールと、前記操縦輪との間には、伝動用チェーンが配合されている。

【００１６】

前記制御システムは、複数の前記センサと、液圧源と制御器と、を備え、ここで、複数の前記センサは、それぞれ岩石被検試料の受けた力、変位または変形量を収集するために用いられ、前記液圧源は、ポンプ場およびサーボ弁を備え；前記ポンプ場は、前記Ｘ方向ローディング液圧シリンダ及び／又はＹ方向ローディング液圧シリンダ及び／又はＺ方向ローディング液圧シリンダに液圧油を提供するために用いられ；前記サーボ弁は、少なくとも一つの調整弁および少なくとも一つの逆転弁を備え、前記制御器は、前記複数のセンサが収集した信号を受信し、且つ、入力した外乱荷重信号と比較して差値を得、当該差値により修正調整を行って、前記調整弁の開度を制御し、さらに、前記Ｘ方向ローディング液圧シリンダ及び／又はＹ方向ローディング液圧シリンダ及び／又はＺ方向ローディング

液圧シリンダの給油量または出油量、および給油スピードまたは出油スピードをそれぞれ制御し、且つ、前記Ｘ方向ローディング液圧シリンダ及び／又はＹ方向ローディング液圧シリンダ及び／又はＺ方向ローディング液圧シリンダの各ピストンロッドの移動した変位距離、またはそれぞれ受けた力の大きさを制御し、同時に、前記制御器は、前記逆転弁の逆転を制御して、最終的に前記Ｘ方向ローディング液圧シリンダ及び／又はＹ方向ローディング液圧シリンダ及び／又はＺ方向ローディング液圧シリンダの各ピストンロッドの伸縮した変位距離、またはそれぞれ受けた力の大きさを、前記入力した外乱荷重信号により表現された力、変位または変形量とに一致させる。

【００１７】

前記供試体ケースアセンブリーは、岩石被検試料を装着するための、１２の角からなる直方体形または正方体形の枠体、および６つの圧力板を備え、その中の６つの面において、前記６つの圧力板はそれぞれ枠体の６つの窓に対応する。各の圧力板は圧力板本体を備え、前記圧力板本体の前記枠体内部向けの平面がローディング面であり、前記圧力板本体の前記ローディング面と反対側の面が当接面である。また、前記圧力板のローディング面の寸法は、前記枠体の窓の寸法より小さく、前記各圧力板の周辺の中点位置からそれぞれ一つの穴付き掛け柄が延伸されており、前記圧力板は、穴付き掛け柄および係止体を介して前記枠体上に引掛け当接されている。

【００１８】

前記当接面の寸法は、前記枠体の窓の寸法より大きくまたは等しくなっている。また、前記圧力板本体上、且つ前記ローディング面の外周部には、過渡的傾斜面が設けられている。

【００１９】

前記供試体ケースアセンブリーは、さらに、前記各圧力板と岩石被検試料との間に設置されるための６つの厚さ１～２ｍｍの減摩板を備える。

【００２０】

前記６つの圧力板の一つは、中央貫通孔を備え、前記中央貫通孔は、岩石被検試料上の半分孔のポートに対応する。

【００２１】

その中で、中央貫通孔を有する圧力板の当接面の中央部に装着部が設けられ、前記装着部は透光槽を備え、前記透光槽内にマイクロカメラが装着されており、当該マイクロカメラは前記圧力板の中央貫通孔に対向する。

【００２２】

前記６つの圧力板において、同一の方向に装着されている１対の圧力板は、それぞれ一つの中央貫通孔を備え、前記２つの中央貫通孔は、それぞれ岩石被検試料上の貫通孔の２つのポートに対応する。

【００２３】

その中で、中央貫通孔を有する１対の圧力板における一つの圧力板の当接面の中央部に装着部が設けられ、前記装着部は透光槽を備え、前記透光槽内にマイクロカメラが装着されている。また、中央貫通孔を有する１対の圧力板中の一つの圧力板の当接面の中央部に、第２の装着部が設けられ、前記第２の装着部は第２の透光槽を備え、前記第２の透光槽内に合焦ライトが装着され、前記マイクロカメラおよび合焦ライトは、いずれも前記圧力板の中央貫通孔に対向している。

【００２４】

前記供試体ケースアセンブリーは、さらに、供試体ケース車を備え、当該供試体ケース車は、平板と、当該平板の両側に装着された２対の車輪とを備え、２対の車輪は、前記４本のＸ方向支柱中の下の２本に合わせて動作し、または前記４本のＺ方向支柱中の下の２本に合わせて動作する。

【００２５】

前記供試体ケース車の平板の中央部に、親ねじが垂直方向において通り抜けるための貫通孔が設けられている。

【００２６】
前記供試体ケース車の平板上の貫通孔は円形を呈し、且つ当該貫通孔の直径は、前記垂直方向の親ねじの直径より１～１０ｍｍ大きい。
【００２７】
前記供試体ケース車の平板上の貫通孔は矩形を呈し、且つ当該貫通孔の１対の対辺の間の距離は、前記垂直方向親ねじの直径より１～１０ｍｍ大きい。
【００２８】
前記供試体ケース車の平板上における貫通孔の内側縁には、係止枠が装着され、前記係止枠における１対の対辺の間の距離は、前記垂直方向親ねじの直径より１～１０ｍｍ大きい。
【発明の効果】
【００２９】
上記の技術案から分かるように、本発明に係る模擬衝撃型岩ハネ実験装置の利点および有益な効果は、下記の通りである。
【００３０】
本発明の主な構造は、Ｘ軸方向ローディング機構、Ｙ軸方向ローディング機構およびＺ軸方向ローディング機構を備え、３次元空間で互いに垂直した３つ方向において岩石被検試料へ静荷重応力および外乱荷重を印加することができ、従って、模擬衝撃型岩ハネ実験に用いられることができる。そして、Ｘ軸方向、Ｙ軸方向、Ｚ軸方向における３セットのローディング機構の構成が大体同一であり、優れた対称性を有するため、岩石被検試料の前記３つの方向におけるローディング静荷重応力または外乱荷重の操作がより容易に制御でき、且つ、正確な制御を容易に実現することができる。特に、各ローディング機構は、それぞれ矩形に配置された４本の支柱を備えるため、設備の剛性を大幅に向上させ、３つ方向ローディングの精度をさらに向上させることができる。
【００３１】
本発明の前記目的とその他の目的、特徴および利点は、添付図面を参照して説明する下記好ましい実施形態によってより明らかになる。
【図面の簡単な説明】
【００３２】
【図１】本発明に係る模擬衝撃型岩ハネ実験装置の構造を模式的に示す図である。
【図２】図１に示す模擬衝撃型岩ハネ実験装置の平面図である。
【図３】本発明に係る模擬衝撃型岩ハネ実験装置における制御システムの原理図である。
【図４】本発明の供試体ケースアセンブリーの構造を模式的に示す図である。
【図５】図４に示す供試体ケースアセンブリーにおける圧力板の構造を模式的に示す図である。
【図６】前記供試体ケースアセンブリーにおいて圧力板とフレームとの配合を模式的に示す立体構造図である。
【図７】本発明の供試体ケースアセンブリーにおける供試体ケース車の構造を模式的に示す図である。
【発明を実施するための形態】
【００３３】
以下、本発明の具体的な実施例について詳細に説明する。なお、本明細書に記載の実施例は、単に例示のためであり、本発明を限定するものではないことに留意すべきである。
【００３４】
本発明に係る模擬衝撃型岩ハネ実験装置の実施例において、Ｘ軸方向、Ｙ軸方向およびＺ軸方向は互いに垂直して３次元空間を構成し、ここで、Ｘ軸方向、Ｚ軸方向が水平方向であり、Ｙ軸方向が垂直方向である。
【００３５】
図１および図２に示すように、本発明に係る模擬衝撃型岩ハネ実験装置は、フレーム１００と、供試体ケースアセンブリーと、フレーム１００上に装着されたＸ軸方向ローディ

ング機構、Ｙ軸方向ローディング機構およびＺ軸方向ローディング機構と、Ｘ軸方向ローディング機構、Ｙ軸方向ローディング機構およびＺ軸方向ローディング機構を制御するための制御システムと、動力システムと、を備える。

【００３６】

フレーム１００は、ベース１０２と、作業台１０３とを備える。その中で、ベース１０２は地面に装着される。作業台１０３は水平状態になっており、それはコラムまたは支持板を介してベース１０２上に固定・装着されろ。作業台１０３とベース１０２との間には、一定の高さの空間を有する。フレーム１００はこのような構成に限らず、従来の他の構成のフレームも本発明に用いられることができる。

【００３７】

Ｘ軸方向ローディング機構は、４本のＸ方向支柱１１と、第１のＸ方向枠体１２と、第２のＸ方向枠体１３と、Ｘ方向ローディング液圧シリンダ１４と、Ｘ方向親ねじ１５と、を備える。ここで、前記４本のＸ方向支柱１１は、水平方向において互いに平行になっており、且つ、矩形に配置されている；前記第１のＸ方向枠体１２は、フレーム１００の作業台１０３上に装着され、且つ、４本のＸ方向支柱１１の一端に固定される；前記第２のＸ方向枠体１３は、フレーム１００の作業台１０３上に装着されると同時に、４本のＸ方向支柱１１の他端に固定され、且つ、前記第１のＸ方向枠体１２にアライメントされている；前記Ｘ方向ローディング液圧シリンダ１４は、前記第１のＸ方向枠体１２の中央部に固定・装着され、当該Ｘ方向ローディング液圧シリンダ１４のピストンロッドは、第２のＸ方向枠体１３に向けている；前記Ｘ方向親ねじ１５は、第２のＸ方向枠体１３の中央部に装着され、その中心線と前記Ｘ方向ローディング液圧シリンダ１４のピストンロッドの中心線とは同一の直線上に位置し、また、前記Ｘ方向親ねじ１５の外端部には、Ｘ方向親ねじ１５を駆動するためのＸ方向調整用ハンドホイール１６が装着され、Ｘ方向親ねじ１５の内端部には、Ｘ方向にローディングした応力（または変形）の値を検知するためのＸ方向センサ１０が装着されている。

【００３８】

Ｙ軸方向ローディング機構は、４本のＹ方向支柱２１と、第１のＹ方向枠体２２と、第２のＹ方向枠体２３と、Ｙ方向ローディング液圧シリンダ２４と、Ｙ方向親ねじ２５と、を備える。ここで、前記４本のＹ方向支柱２１を矩形に配置され、且つ、前記フレーム１００の作業台１０３上に装着される；前記第１のＹ方向枠体２２は、前記４本のＹ方向支柱２１の一端に固定される；前記第２のＹ方向枠体２３は、前記４本のＹ方向支柱２１の他端に固定され、且つ、第１のＹ方向枠体２２にをアライメントされる；前記Ｙ方向ローディング液圧シリンダ２４は、前記第１のＹ方向枠体２２の中央部に固定・装着され、当該Ｙ方向ローディング液圧シリンダ２４のピストンロッドは、第２のＹ方向枠体２３に向ける；前記Ｙ方向親ねじ２５は、第２のＹ方向枠体２３の中央部に装着され、その中心線と前記Ｙ方向ローディング液圧シリンダ２４のピストンロッドの中心線とは同一の直線上に位置し、且つ、Ｙ方向親ねじ２５の外端部には、Ｙ方向親ねじ２５を駆動するための操縦輪２６が装着されているが、前記操縦輪２６が第２のＹ方向枠体２３の下面に装着されているため、調整がある程度不便になり、従って、第２のＹ方向枠体２３の一側面にＹ方向調整用ハンドホイール２７が装着され、当該Ｙ方向調整用ハンドホイール２７と操縦輪２６との同士に伝動用チェーンが配合されて、Ｙ方向調整用ハンドホイール２７、伝動用チェーンおよび操縦輪２６によりＹ方向親ねじ２５を駆動することが非常に便利になる。また、Ｙ方向親ねじ２５の内端部には、Ｙ方向においてローディングした応力（または変形）の値を検知するためのＹ方向センサ２０が装着されている。

【００３９】

本発明の好ましい実施例において、前記第２のＹ方向枠体２３は、作業台１０３とベース１０２との間の空間内に装着され、これにより、設備全体の体積が小さくなるだけでなく、設備全体の重心を低くさせることに役立ち、さらに安定化させることができる。本実施例において、Ｙ方向支柱２１の下端部と、フレーム１００の作業台１０３の同士は、半田付け等で固定・結合されてもよいが、両方の間の好ましい結合形態は、次の通りである

：即ち、作業台１０３上に、各のＹ方向支柱２１に応じて、各のＹ方向支柱２１の下端部が通り抜けるための開口が設けられ、各のＹ方向支柱２１の下部にねじ山が設けられ、且つ、一つの雌螺２１２が配合される。また、前記雌螺２１２が作業台１０３上方に位置し、各のＹ方向支柱２１の下部に一つの圧縮バネ２１１がスリーブ装着されて、圧縮バネ２１１の上端が前記雌螺２１２に当接し、その下端がフレーム１００に当接する。圧縮バネ２１１は、優れた衝撃緩衝・吸収効果を奏するだけでなく、雌螺２１２の調整により前記第１のＹ方向枠体２２を水平状態に維持することもでき、従って、Ｙ方向ローディング液圧シリンダ２４が常に垂直の方向において岩石被検試料に荷重を印加することを確保する。

【００４０】

Ｚ軸方向ローディング機構は、４本のＺ方向支柱３１と、第１のＺ方向枠体３２と、第２のＺ方向枠体３３と、Ｚ方向ローディング液圧シリンダ３４と、Ｚ方向親ねじ３５とを備える。ここで、前記４本のＺ方向支柱３１は、矩形に配置される；前記第１のＺ方向枠体３２は、フレーム１００の作業台１０３上に装着され、且つ、前記４本のＺ方向支柱３１の一端に固定される；前記第２のＺ方向枠体３３は、フレーム１００上に装着されると共に、前記４本のＺ方向支柱３１の他端に固定され、且つ、前記第１のＺ方向枠体３２にアライメントされる；前記Ｚ方向ローディング液圧シリンダ３４は、前記第１のＺ方向枠体３２の中央部に固定・装着され、当該Ｚ方向ローディング液圧シリンダ３４のピストンロッドは、第２のＺ方向枠体３３に向けている；前記Ｚ方向親ねじ３５は、前記第２のＺ方向枠体３３の中央部に装着され、その中心線と前記Ｚ方向ローディング液圧シリンダ３４のピストンロッドの中心線とは同一の直線上に位置し、且つ、前記Ｚ方向親ねじ３５の外端部に、Ｚ方向親ねじ３５を駆動するためのＺ方向調整用ハンドホイール３６が装着され、Ｚ方向親ねじ３５の内端部には、Ｚ方向においてローディングした応力（または変形）の値を検知するためのＺ方向センサ３０が装着されている。

【００４１】

本発明において、Ｘ方向ローディング液圧シリンダ１４のピストンロッドの中心線の延長線と、Ｙ方向ローディング液圧シリンダ２４のピストンロッドの中心線の延長線と、Ｚ方向ローディング液圧シリンダ３４のピストンロッドの中心線の延長線とは、同一の中心点で交差している。実験過程において、供試体ケースアセンブリーはフレーム１００の作業台１０１上に載置され、当該供試体ケースアセンブリーの中心と前記中心点とが重なり合っている。

【００４２】

本発明の好ましい実施例において、フレーム１００の作業台１０３上に、Ｘ軸方向に沿って２対のＸ方向ガイドレール１０１が設けられ、第１のＸ方向枠体１２の下面に１対の第１のＸ方向脚部１２１が設けられ、各の第１のＸ方向脚部１２１の下面にそれぞれ一つの第１のＸ方向転輪１２２が装着される。また、第２のＸ方向枠体１３の下に１対の第２のＸ方向脚部１３１が設けられ、各の第２のＸ方向脚部１３１の下にそれぞれ一つの第２のＸ方向転輪１３２が装着され、１対の第１のＸ方向転輪１２２、１対の第２のＸ方向転輪１３２は、それぞれ２対のＸ方向ガイドレール１０１に配合して動作する。即ち、第１のＸ方向枠体１２、第２のＸ方向枠体１３は、ガイドレール転輪を介してフレームにサブ支持されており、従って、第１のＸ方向枠体１２、第２のＸ方向枠体１３、および４本のＸ方向支柱１１が、Ｘ軸方向に沿って一定の距離を移動することができるため、より便利に、より円滑に、Ｘ方向ローディング液圧シリンダ１４のピストンロッド中心線の延長線と、Ｙ方向ローディング液圧シリンダ２４のピストンロッド中心線の延長線と、Ｚ方向ローディング液圧シリンダ３４のピストンロッド中心線の延長線とを同一の中心点に交差させ、換言すれば、供試体ケースをより便利に、より円滑に中央部に装着・係止させることができる。

【００４３】

さらに、本発明の好ましい実施例において、フレーム１００上に２対のＺ方向ガイドレール３０１が設けられ、第１のＺ方向枠体３２の下面に１対の第１のＺ方向脚部３２１が

設けられ、各の第１のＺ方向脚部３２１の下面にそれぞれ一つの第１のＺ方向転輪３２２が装着される。また、第２のＺ方向枠体３３の下面に１対の第２のＺ方向脚部が設けられ、各の第２のＺ方向脚部の下面にそれぞれ一つの第２のＺ方向転輪が装着される。前記１対の第１のＺ方向転輪３２２、１対の第２のＺ方向転輪は、それぞれ２対のＺ方向ガイドレール３０１に配合して動作する。即ち、前記第１のＺ方向枠体３２、第２のＺ方向枠体３３は、ガイドレール転輪を介してフレームにサブ支持されており、従って、第１のＺ方向枠体３２、第２のＺ方向枠体３３、および４本のＺ方向支柱３１は、Ｚ軸方向に沿って一定の距離を移動することができる。このため、さらに供試体ケースが中央の位置に装着・係止される柔軟性を向上することができる。

【００４４】

さらに、本発明は、それぞれ独立しつつ互いに協調している３セットの制御システムを備える。各の制御システムは、いずれも、力（応力）および作動器変位（変形）等の制御パラメータを有し、その中の１つを選択する場合、選択されたパラメータの制御回路を構成することができ、選択されていないパラメータ（求めたい試験結果）は、選択されたパラメータ（試験条件）の関数になる。制御システムは、すべてデジタル化されており、制御器により制御を行い、各の制御システムの組成および動作原理は同一である。

【００４５】

図３に示すように、制御システムは、複数のセンサと、液圧源と制御器とを備え、ここで、前記複数のセンサは、それぞれ岩石被検試料の受けられた力、変位または変形量を収集するために用いられ；前記液圧源は、ポンプ場およびサーボ弁を備え、前記ポンプ場は、Ｘ方向ローディング液圧シリンダ１４及び／又はＹ方向ローディング液圧シリンダ２４及び／又はＺ方向ローディング液圧シリンダ３４へ液圧油を提供するためのものであり、前記サーボ弁は、少なくとも一つの調整弁および少なくとも一つの逆転弁を備える；前記制御器は、複数のセンサの収集した信号を受信し、且つ、入力した所定の外乱荷重信号値と比較して差値を得、当該差値により修正調整を行って調整弁の開度を制御し、さらに、Ｘ方向ローディング液圧シリンダ１４及び／又はＹ方向ローディング液圧シリンダ２４及び／又はＺ方向ローディング液圧シリンダ３４のそれぞれの給油量または戻り油量、および給油スピードまたは戻り油スピードを制御し、さらに、Ｘ方向ローディング液圧シリンダ１４及び／又はＹ方向ローディング液圧シリンダ２４及び／又はＺ方向ローディング液圧シリンダ３４のそれぞれのピストンロッドの移動した変位距離、またはそれぞれの受けた力の大きさを制御し、且つ前記制御器は、逆転弁の逆転を制御して、最終的にＸ方向ローディング液圧シリンダ１４及び／又はＹ方向ローディング液圧シリンダ２４及び／又はＺ方向ローディング液圧シリンダ３４のそれぞれのピストンロッドの移動・伸縮した距離、またはそれぞれ受けた力の大きさと、入力した外乱荷重信号により表現された力、変位または変形量とを一致させる。

【００４６】

本発明における制御システムは、さらに、警報機能を有し、センサの測定した値が所定の制御限界値の範囲を越えた場合警報を出し、制御器はサーボ弁を制御して閉鎖させ、油路を遮断し、油圧を撤回して、岩石被検試料を意図しない破壊から保護するとともに、ポンプ場の稼動を停止させる。所与の外乱荷重信号値が所定の制御限界値の範囲を越えた場合にも、警報を出すことになっている。また、本発明の制御システムは、センサにより測定したデータに対しデータ処理を行い、すなわち、センサにより測定した信号値を取って、有用で意義のあるデータを導き出し、例えば、力－時間曲線、変位－時間曲線、応力－変形関係曲線等を生成する。

【００４７】

本発明に係る制御システムにおいて、液圧源から輸出された多量の高圧油はサーボ弁に入り、操作者は試験目的に応じて制御パラメータ（または試験の印加力、または試料の変形、またはピストンストローク）および所与の外乱荷重信号を選択し、所与の外乱荷重信号を比較器に入力してセンサによる測定値と比較して差値を得、その差値基づき修正した後サーボ弁を駆動する。また、サーボ弁（既存の構造を用いてもよい）により電気量を油

の流量に変換させて液圧シリンダのピストンを駆動し、岩石被検試料に力を印加する。また、センサにより非電気的物理量（力、変形および変位）を電気量に変換させ、増幅した後、比較器において所与の信号と比較して差値を出力し、制御器により偏差を調整・修正して、岩石被検試料に印加される非電気的物理量を、一定の精度で迅速かつ正確に所与の信号に追随させる。

【００４８】

上記の制御システムは、主に岩石被検試料への外乱荷重の印加を制御するために用いられるが、これに限定されるものではなく、既存の構造におけるその他のタイプの外乱荷重制御システム、または静荷重応力ローディング制御システムも、本発明に好適に用いられる。

【００４９】

図４、図５、図６および図７に示すように、本発明における供試体ケースアセンブリーは、枠体４、および６つの圧力板５を備える。

【００５０】

立方体形状の枠体４は、岩石被検試料６０を装着するために用いられ、１２の角からなり、６つの面を備える。また、前記６つの面ごとに、岩石被検試料６０を露出するための窓が設けられている。本発明において、枠体４は、立方体形状に限らず、直方体などの他の形状であってもよい。

【００５１】

６つの圧力板５は、それぞれ立方体形状の枠体４の６つの窓に対応している。各の圧力板５は、圧力板本体５０を備え、前記圧力板本体５０の、立方体形状の枠体４の内部に向かっている平面がローディング面５１であり、ローディング面５１と反対側の面が当接面５２である。また、前記圧力板５のローディング面５１の寸法は、立方体形状の枠体４の窓の寸法より小さく、これにより荷重を印加する場合、圧力板５のローディング面５１が立方体形状の枠体４の窓を通って岩石被検試料６０に貼り合って接触する。

【００５２】

圧力板５と相応する窓との心合せを確保して、岩石被検試料６０上に荷重を均一に印加することができるように、圧力板５の周辺の中点部位からそれぞれ１つの穴付き掛け柄５４が延伸しており、また立方体形状の枠体４の角の中点部位に相応する位置決めボルト等の係止体５５が装着されている。圧力板５は、前記穴付き掛け柄５４および係止体５５を介して立方体形状の枠体４上に掛けられる。前期位置決めボルト等の係止体５５は、ローディング方向の垂直方向における圧力板５の移動または回転を限定する作用のみを果たし、岩石被検試料６０に荷重を印加する過程において、圧力板５のローディング方向における移動を阻害してはならない。圧力板５と岩石被検試料との間の摩擦力を低減するために、本発明に係る供試体ケースは、各の圧力板５と岩石被検試料との間に設けられるための６つの厚さ１～２ｍｍの減摩板をさらに備える。前記減摩板は、Ｆ４－青銅合材から製作すれことができる。

【００５３】

本発明に係る供試体ケースアセンブリーは、直方体形状または立方体形状の枠体４、および６つの圧力板５を備え、前記立方体形状の枠体４は底板を備え、したがって、当該供試体ケースアセンブリーによれば、３つ方向の静荷重応力および外乱荷重のローディングを行うことができ、岩石被検試料への多種の実験を行うことができる。

【００５４】

本発明の好ましい実施例において、圧力板５の当接面５２の寸法は、立方体形状の枠体４の窓の寸法により大きいか、又は立方体形状の枠体４の窓の寸法に等しく、また、圧力板５のローディング面５１の寸法は、立方体形状の枠体４の窓の寸法より小さい。圧力板本体５０上においてローディング面５１の外周には、過渡的傾斜面５３が設けられ、過渡的傾斜面５３の傾斜角度は、圧力板５のローディング動作により十分な進入量が確保できる傾斜角度になっている。本発明に係るローディング動作に夜進入量は、２～８ｍｍであり、過渡的傾斜面５３の厚さは、当該進入量（２～８ｍｍ）に、ほぼ相等している。岩石

被検試料のローディング過程において、本発明に係る過渡的傾斜面５３は、圧力板５と立方体形状の枠体４の同士の相互障害を防止するために役立つと共に、ローディング応力が岩石被検試料の中心からはずれることを防止するために役立つ。

【００５５】

模擬岩ハネ実験において、坑道の掘削の模擬する場合の岩石被検試料６０上に、半分孔または貫通孔が設けられているため、孔の開口端に対応する圧力板５の上にも、相応する中央貫通孔５６が設けられる。実験に用いられる岩石被検試料６０が半分孔を有するものである場合、６つの圧力板５中の１つの圧力板５のみに中央貫通孔５６が設けられる。実験に用いられる岩石被検試料６０が貫通孔を有するものである場合、６つの圧力板５中の同一の方向（例えば、Ｘ軸方向）に装着された１対の圧力板５に中央貫通孔５６が設けられる。

【００５６】

本発明の好ましい実施例において、中央貫通孔５６を有する圧力板５の当接面５２の中央部に、一つの円柱形状の装着部５７を固定してもよく、当該装着部５７の中央に、一つの透光槽５７１を設け、透光槽５７１内にマイクロカメラ６が装着され、当該マイクロカメラ６は圧力板５の中央貫通孔５６に対向している。装着部５７と圧力板５とが一体化された構造であってもよい。当該構造の供試体ケースは、半分孔を有する岩石被検試料６０に好適に用いられ、マイクロカメラ６は、半分孔を有する岩石被検試料６０の岩ハネ過程において撮影または写真をとることができる。岩石被検試料６０が貫通孔を有する場合は、その他の１つの中央貫通孔５６を有する圧力板５の当接面５２の中央部に円柱形の第２の装着部５８を固定してもよく、当該第２の装着部５８の中央に第２の透光槽５８１を設け、また、マイクロカメラ６に光照を提供するために、当該第２の透光槽５８１内には合焦ランプ７が装着され、マイクロカメラ６、合焦ランプ７は、いずれも、圧力板５の中央貫通孔５６に直接対向しており、マイクロカメラ６は、貫通孔を有する岩石被検試料６０の岩ハネ過程において撮影または写真をとることができる。

【００５７】

本発明の好ましい実施例において、さらに供試体ケース車を備え、当該供試体ケース車は、平板６１と、当該平板６１の両側に装着された２対の車輪６２とを含み、２対の車輪６２は、４本のＸ方向支柱２１中の下方の２本を配合して動作したり、４本のＺ方向支柱２１の下方の２本に配合して動作したりする。空間が十分である場合には、供試体ケース車を直接フレーム１００の作業台１０３上に載置してもよい。測定する前に、供試体ケースを供試体ケース車に装着し、また当該供試体ケース車を全体設備に装着し、中央の位置まで押して、非常に省力化、かつ便利になる。

【００５８】

また、本発明の好ましい実施例で、垂直方向においてもローディング実験を行う場合、平板６１の中央部に、垂直方向の親ねじ（例えば、Ｙ方向親ねじ２５）を透過させるための貫通孔６１１を設け、当該貫通孔６１１は、円形状であってもよく、且つ、貫通孔６１１の直径は、Ｙ方向親ねじ２５の直径より１～１０ｍｍ大きく、これによりＹ方向親ねじ２５の貫通孔６１１からの通り抜けを確保するとともに、Ｙ方向親ねじ２５に押し上げられた供試体ケースが、ほぼ中央部に位置するように確保することができ、即ち、垂直方向、例えば、Ｙ方向への補助的位置決めの役割を果たす。本実施例では、供試体ケースがＸ方向に沿って設備内に押し込まれるため、主にＸ方向での位置が中央位置にあるか否かについて注目し、Ｚ方向の寸法は、補助的位置決めへの役割が大きくないため、貫通孔６１１を矩形に設けてもよく、且つ、矩状の貫通孔６１１のＸ方向における１対の対辺の間の距離を、Ｙ方向親ねじ２５の直径よりも１～１０ｍｍ大きくすればよい。矩形の貫通孔６１１のＺ方向における１対の対辺の間の距離は、Ｙ方向親ねじ２５を容易に透過させるために、少々大きくしてもよい。また、供試体ケース車の平板６１上の貫通孔６１１を、比較的大きな供試体ケースに適応されるように設ける場合、例えば、供試体ケースが１６０×１６０×１６０ｍｍである場合、平板６１上の貫通孔６１１の寸法は、上記の構成原則に準拠してもよい。この場合、このような規格の供試体ケース車でも、小さい寸法、例え

ば、１１０×１１０×１１０ｍｍの供試体ケースに適用できるように、平板６１上の貫通孔６１１の内側縁に、一つの係止枠を取り外し可能に設けたり、固定接続したりしてもよく、且つ、係止枠のＸ方向における１対の対辺の間の距離を、Ｙ方向親ねじ２５の直径より１～１０ｍｍ大きくする。このような場合にも、岩石被検試料を補助的に中央位置に装着・係止させる役割を果たすことができる。次に、岩石被検試料の装着・係止を説明する。

【００５９】

実験を準備する際に、岩石被検試料を装着・係止する必要があり、その具体的な操作については、以下の通りである。岩石被検試料を、供試体ケースに装入し、供試体ケースを、２本のＸ方向支柱２１上に運搬させ、そして、供試体ケース車を中央位置までに押す。そしてまず、Ｙ方向調整用ハンドホイール２７を回転して、Ｙ方向調整用ハンドホイール２７、伝動用チェーン、および操縦輪２６により、Ｙ方向親ねじ２５を上方へ移動させ、円形の貫通孔６１１を通して供試体ケースを押し上げて、供試体ケースを供試体ケース車から外させる。Ｙ方向ローディング液圧シリンダ２４のピストンヘッドがちょうど立方体形状の枠体４の上部の窓を通して岩石被検試料の上面に接触したが、岩石被検試料に対して力の作用を生じていない時に、Ｙ方向親ねじ２５の上昇運動を停止して、Ｙ軸方向への調整を終了する。この過程において、供試体ケース車が中央位置に到達した時点に限って、Ｙ方向親ねじ２５が円形の貫通孔６１１を透過して供試体ケースを押し上げることが可能になり、然も無ければ、供試体ケースを押し上げることができないため、本発明に係る供試体ケース車は、供試体ケースの装着・係止に対して補助的位置決めの役割を果たす。その後、Ｘ軸方向に沿って第１のＸ方向枠体１２を押し、Ｘ方向ローディング液圧シリンダのピストンロッドの端部のスクイズヘッド（圧力ヘッド）がちょうど立方体形状の枠体４の窓を通して岩石被検試料の前面に接触したが、岩石被検試料に対して力の作用を生じていない時に、Ｘ方向調整用ハンドホイール１６を回転させて、Ｘ方向親ねじ１５を岩石被検試料へ移動させ、Ｘ方向親ねじ１５の端部のセンサのスクイズヘッドを、岩石被検試料の後面に接触させるが、同様に岩石被検試料に対して力の作用を生じない。これにより、Ｘ軸方向の調整が終了する。最後に、Ｚ軸方向に沿って第１のＺ方向枠体３２を押し、Ｚ方向ローディング液圧シリンダのピストンロッド端部のスクイズヘッドが、ちょうど立方体形状の枠体４の左面の窓を通して岩石被検試料の前面に接触したが、岩石被検試料に対して力の作用を生じていない時に、Ｚ方向調整用ハンドホイール３６を回転させて、Ｚ方向親ねじ３５を岩石被検試料へ移動させて、Ｚ方向親ねじ３５端部のセンサのスクイズヘッドを、岩石被検試料の右面に接触させるが、同様に岩石被検試料に力の作用を生じていない。これにより、Ｚ軸方向への調整を終了する。上記の装着・係止の過程において、Ｘ軸方向およびＺ軸方向の調整の順番を逆にしてもよい。以上は、手動で装着・係止するプロセスであり、手動による装着・係止が終了した後、さらに、制御システムを介して岩石被検試料とそれぞれのスクイズヘッドとの間の相互関係を精確に調整することができ、これにより、各々のスクイズヘッドが岩石被検試料のそれぞれの面に接触したが、相互作用力を発生しないように精確に確保する。

【００６０】

本発明に係る模擬衝撃型岩ハネ実験装置は、従来の動力システムから動力を提供し、且つ、制御システムの自動または半自動の制御下でそれぞれの実験、例えば、模擬岩ハネ実験、一軸圧縮実験、引張実験、せん断実験、振動による石炭層ガス浸透実験、岩石低サイクル・ひずみ制御の疲労実験、静水圧実験、真三軸実験などを行うことができる。

【００６１】

以上、いくらかの典型的な実施形態を参照して本発明を説明したが、それに用いられた用語は、説明および例示のために用いられ、限定的な用語ではないことと、理解すべきである。本発明の特許請求の範囲は、これらの実施形態により限定されるものではない。当業者にとって、本発明の要旨を逸脱しない範囲内においてさまざまな変更及び改善を行い得る。かかる変更及び改善はすべて本発明の保護範囲に属することは、自明なことである。従って、本発明の特許請求の範囲は、添付する請求項を基準としなければならない。

【図１】

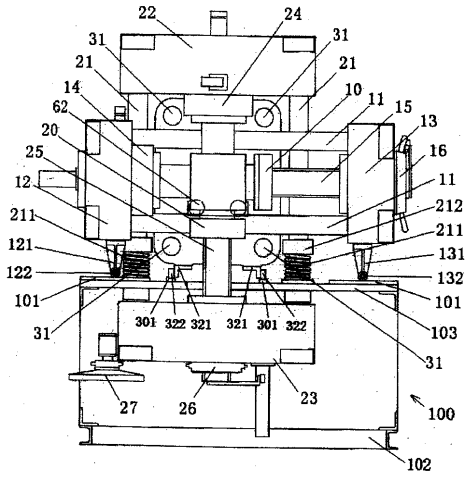


図 1

【図２】

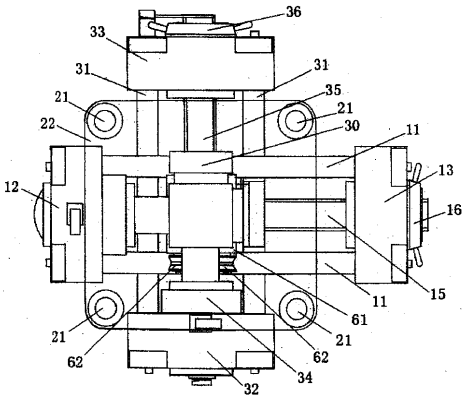
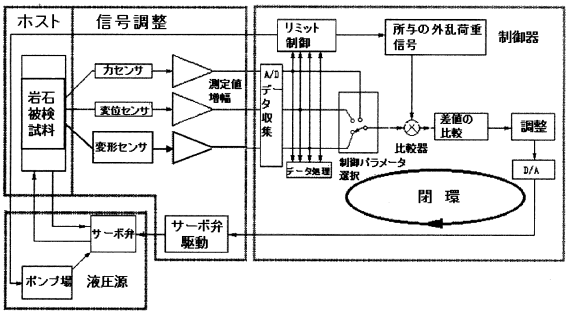


図 2

【図３】



【図４】

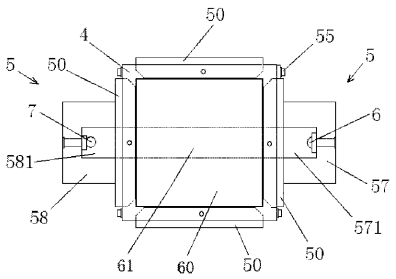


図 4

【図５】

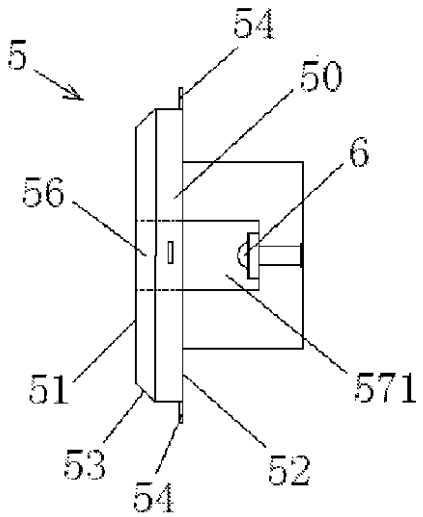


図 5

【図６】

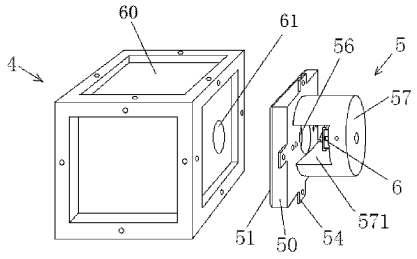


図 6

【図７】

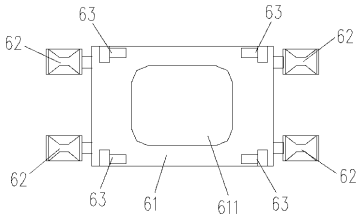


図 7

フロントページの続き

(72)発明者　▲劉▼　冬▲橋▼
中華人民共和国　１０００８３　北京市海淀区学院路丁１１号

審査官　渡邉　勇

(56)参考文献　特開２００１－３３７０１４（ＪＰ，Ａ）
特開平１０－２０６３０３（ＪＰ，Ａ）
特開２００７－３３３６７１（ＪＰ，Ａ）
実開昭６２－１７３０３５（ＪＰ，Ｕ）
特開２００２－１９５９２４（ＪＰ，Ａ）
実開平０１－０３０４３２（ＪＰ，Ｕ）
米国特許第０４４４４０５８（ＵＳ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｇ０１Ｎ　　３／００　－　　３／６２