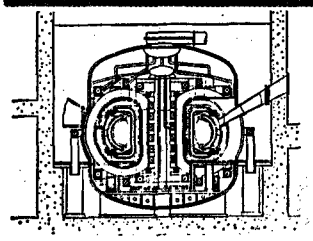


特別企劃 核融合－그 技術的 課題와

開発戦略의 前提(5)

遠隔操作技術의 核融合炉에의 適用

現計劃에 이어 구상되고 있는 핵융합로 차기 장치에서, 원격분해수리기술은 기술개발상의 중요한 과제의 하나이다. 그 이유로 다음과 같은 TOKAMAK 핵융합로의 특징을 들 수 있다.

① 炉구조가 복잡하고 거대한 장치라는 것(그림1 參照)

② 炉의 운전이 pulse mode이며 열 및 電磁力에 의한 部材에 대한 되풀이 応力이 크고 또 DT반응에 의한 14MeV高速中性子, plasma입자 등에 의한 炉心部材에 대한 熱負荷, 손상이 크므로 炉心部(diverter, 第1壁, blanket, 眞空vessel 등)는 고장을 일으키기 쉽다는 것

③ 炉정지시 구성요소의 유도방사능에 의한 炉室의 線量率이 크다는 것(表1)

여기에서는 핵융합로에서의 원격 분해수리기술의 적용을 염두에 두고 既存의 원자력분야의 원격기술, 우주robot, 深海robot(deep ocean system), 기타 위험물 취급robot 및 새로운 robot mechanism등의 개요를 기술하기로 한다.

1. TOKAMAK型 核融合炉의 遠隔分解修理技術

当面実機로 세계 최초로 DT燃焼와 원격분해수리를 실시할 예정인 미국의 TFTR(Tokamak Fusion Test Reactor, 프린스톤 플라즈마物理研究所)의 원격분해수리의 개요에 대해서 기술하겠다. 이 이외에 EC의 JET(Joint European Torus) 설계도 있으나 여기서는 기술하지 않겠다.

TFTR의 원격분해수리 설계의 특징을 다음에 표시한다.

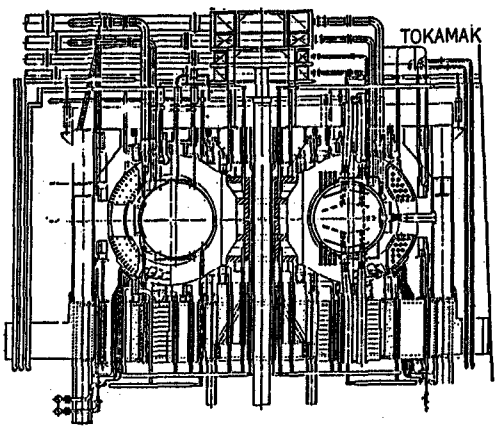


그림1 核融合炉의 構造(TFTR)

表1 400MW級 核融合炉次期装置 環境条件

線量率 (炉停止後1日)	眞空vessel 内側	3×10^{6} rem/hr
	眞空vessel 外側	10^{4} rem/hr
	遮蔽外側	$\sim10^{-3}$ rem/hr
圧力	眞空vessel	10^{-7} torr
	超電導coil cryostud	10^{-4} torr

表2 TFTR의 諸元

核融合出力	20MW
燃燒時間	1.5sec
年間 shot 数	500~1000
plasma 主半径	2.5m
plasma 副半径	0.85m
平均 ion 温度	10~20keV
平均 ion 密度	3×10^{13}n/cm^3
plasma 電流	2.5MA
軸上磁場	5.2T
中性子壁負荷	0.1MW/m^2
plasma Q	0.5~2
加熱入力	25MW
sector module 重量	54ton

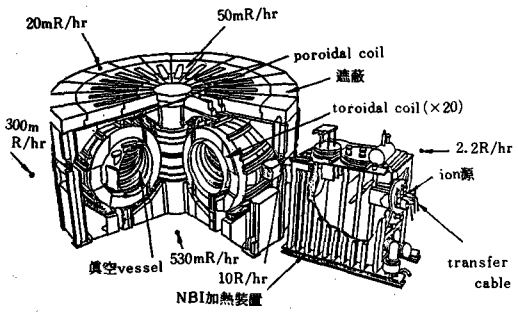


그림2 TFTR炉의 鳥瞰図와 線量率分布(炉停止後 1日)

(1) 炉의 分割構造

炉는 10개의 sector로 분할되며 1sector는 2개의 toroidal coil과 1개의 진공vessel로 구성된다. 1sector의 중량은 54톤이다.

(2) 遮 蔽

炉의 주위를 硼素함유 concrete block(Igloo, 차폐두께 : 60cm)으로 둘러싼다. 가열·냉각배관, 給電line, 計装line 및 眞空排気duct 등의 切離는 차폐의 외측에서 실시한다. 1pulse(0.5sec)의 운전에서 발생되는 중성자수는 3.6×10^{18}이다. 그림2에 炉정지후 1일 경과시의 선량율분포를 표시하였다.

(3) 眞空vessel 의 分解

vessel은 내경이 2.2m이며 1sector당 3.6ton이다. 양단의 joint부를 떼어낼 때는 "水平positioner"로 port cover를 떼어낸다.(그림3 參照) port의 開口部칫수는 0.75m×0.8m이며, 인접 port와 맞추어서 2개소의 port를 이용해서 "remote cutter"를 vessel内에 넣는다.

搬入用 manipulator는 2종류 있으며 走行manipulator(Bridge-Mounted Manipulator System)는 용량이 180kg, arm길이 3m의 전동기계형의 power manipulator이며, 走行trolley 下部의 伸縮boom의 선단에 붙어 있다.

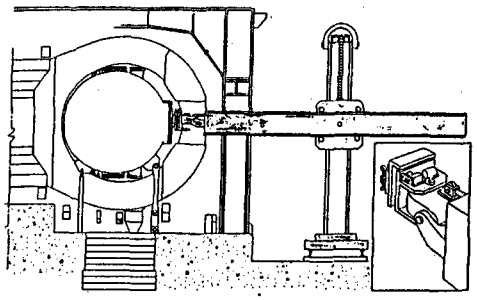


그림3 眞空vessel port cover 떼어내기와 水平 horizontal positioner

한쪽의 "in-vessel manipulator"는 용량 10kg의 bilateral manipulator 2基와 100kg 용량의 "power arm" 1기로 되어 있다. 그 외에 manipulator에는 立体TV camera와 pan/tailed조작을 할 수 있는 color TV camera가 搭載되어 있어 원격작업의 상황을 감시할 수 있다.

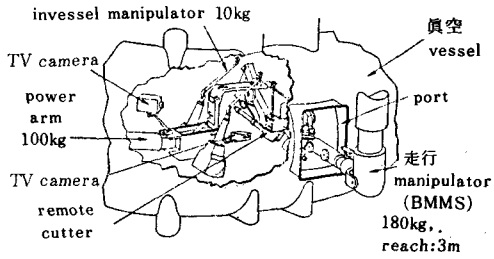


그림4 眞空vessel 内로 遠隔機器搬入

그림5에 표시된 "remote cutter"는 Grumman社가 개발한 것으로 24cm의 milling cutter이며 送出기구에는 ball screw를 사용하며 5HP의 motor로 구동한다. 本体는 3개의 伸縮arm이 있는 특이한 형상의 架台에 붙어 있다. arm선단

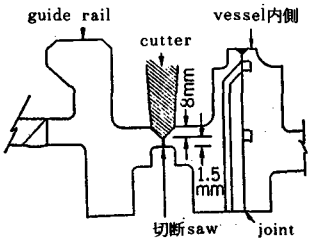


그림 5 remote cutter와 眞空vessel joint部

의 車輪이 vessel내측의 guide rail 위를 走行한다. cutter는 용접시의 開先加工에도 사용된다. 本機는 実物크기 vessel(둘레 약 7m)의 mock-up시험에서 3시간에 1sector를 切断하고 있다. 그림 5에 vessel의 joint부 구조와 절단의 상황을 표시하였다.

(4) Sector의 移動

vessel의 절단작업에 들어가기 전에 "sector handling frame"에 의해 toroidal coil의 shear box 등의 bolt締結部(φ62.5mm×12, 締付力 : 72,000kgf)를 解除한다. 이 작업을 하는 동안은 炉室의 110톤 天井crane과 "75톤水圧精密positioner"를 併用하여 sector 전체를 뜨게 한다. sector의 support관계의 bolt解除는 地下部부터 手작업으로 해제한다. 다음에 前術한 "水平positioner"를 toroidal coil에 set하여 외측으로 약 4cm 이동하며 이 상태에서 sector전체는 crane에 매달려 바닥면부터 떨어진다.

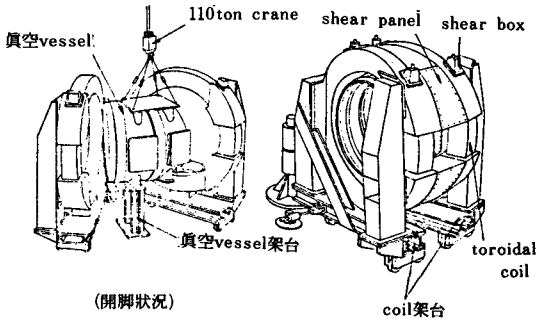


그림 6 sector module assembly machine

(5) Sector module의 保守

sector module의 분해교환은 그림 6의 "sector assembly machine"에 실어서 행한다. 그림 6(左)은 진공vessel의 出入시에 toroidal coil 지지부가 열리는 구조를 나타내고 있다.

(6) 眞空vessel의 復元

진공vessel를 재조립하는 데는 vessel frange部 사이의 alignment와 원격용접의 기술이 필요하다. ① alignment에는 vessel外周에 bolt alignment板을 둔다 ② vessel外周에 alignment chain으로 締付시킨다 ③ 용기내부에 internal spider를 넘어 joint部를 내측에서 외측으로 밀어내서 alignment한다 등의 방법이 있다. ③의 방법이 가장 유력시되고 있으나 결론은 나오지 않고 있다.

"遠隔溶接器"는 市販의 pipe welder를 개조하여 前術의 cutter用 회전support에 실어서 사용한다. torch 이동기구, controller 등도 함께 개발중이다. 이 외에 実物크기의 mock-up를 3종류 제작하여 원격기기, 특수공구 등의 access 검토, 結付点검토, 원격조작의 교육훈련 등에 사용되고 있다.

이들의 원격분해수리 설계와 관련하여 참고해야 할 점, 불명확한 점은 다음과 같다.

- 소량의 DT연소장치인 TFTR에서도 炉구조가 복잡하다는 점 ($0.04gH^3$/pulse, 1g≒10000 Ci)
- 원격분해수리 항목이 많다는 것(약 200)
- 진공vessel joint에 bolt結合을 併用하는가가 不明하다
- 각 원격기기의 작업시간에는 저촉하고 있지 않다
- in-vessel manipulator의 access칫수는 참고가 된다
- robot的 원격기계는 in-vessel manipulator 뿐이며 나머지는 중량물취급專用機(단순하면서도 단단하게 보인다)를 병용하고 있다
- 計装의 설계는 상당히 복잡하다
- 진공vessel 復元時 alignment jig의 방식은 어떻게 되는가가 不明하다
- motor, generator의 고장 등의 문제와 기타 문제로 건설공정이 늦어지고 있다

그외에 crane으로 이동하는 차폐가 붙은 접근작업용 manipulator capsule의 설계예를 그림 7에 표시하였다. 이것은 긴급시의 원격작업에 사용할 수 있을 것으로 생각된다.

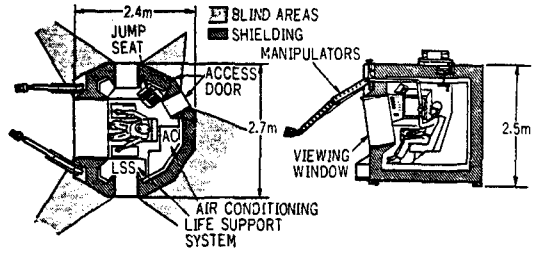


그림 7 接近作業用遮蔽가 붙은 manipulator capsule (Shield Personnel Capsule)

2. 原子力用 遠隔操作技術

(1) 現 狀

대부분의 원자력시설은 차폐-납(鉛) 글라스窓-manipulator方式이 主流를 이루며 robot기술개발에 비해 늦어져 있다고 할 수 있다. 그러나 원자력발전소에서는 供用期間中檢査(ISI), 연료자동교환, 제어봉구동機교환, 배관용접 등의 작업에 robot적 원격조작기술을 활용하여 작업자의 방사선피폭저감에 공헌하고 있다. 또 원자력시설의 decommisioning에 관련된 robot기술의 조사검토도 진전하고 있다.

(2) 새로운 遠隔操作技術

원자력분야의 既存 원격조작기술의 많은 부분은 1947~1965년에 완성된 기술을 기초로 하고 있다. 영국 하웰연구소의 G. Peagram은 electronics, biateral manipulator(電動水圧式, 용량 : 23kg), 입체TV 감시 등의 기술적진보를 활용하여 완전히 remote化를 행하면 건설코스트와 작업자의 피폭 저감化를 실시할 수 있다고 하고 있다.

중앙제어실에서 窓이 없는 hot cell내의 天井走行 power manipulator, 소수의 slave arm, 소형의 정밀manipulator를 제어할 수 있도록하는 (그림8, 그림9 참조) 이러한 manipulator와 납유리창의 수를 경감시킨 결과 気密性이 높아지고 換気系도 여분의 排気量이 없어져 전체 건설코스트가 싸진다. 이 사고방식을 핵융합로의 분해수리용 hot cell에 적용하는 것도 생각할 수 있다.

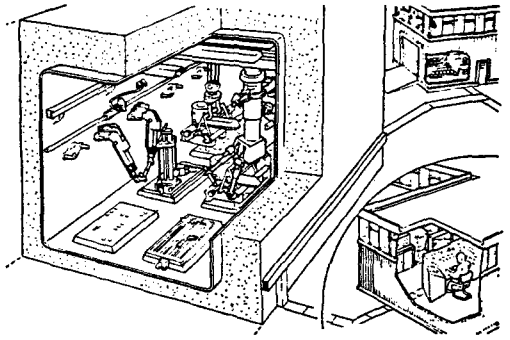


그림 8 새로운 遠隔操作 技術의 概念図

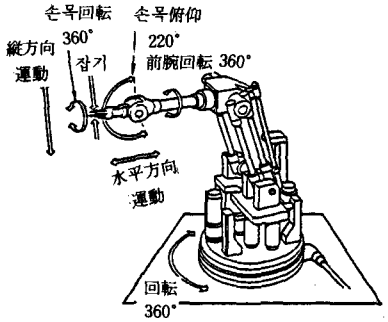


그림 9 小型精密manipulator

(3) 原子力Robot의 実例

① LAMP monitor system (Los Alamos Meson Physics Facility)

이 system은 미국의 Los Alamos국립연구소 中間子물리연구시설의 proton加速器에 사용되고 있다. 高線量이 되는 target area에서의 긴급시수리, 부품교환용으로 개발되었다. system은 車輛上의 水圧boom, boom선단에 한双의 電動bilateral manipulator, TV감시system 및 중앙제어실로서 된다. 중앙제어실에는 3명의 operator가 있으며 각각 manipulator조작, TV camera감시 및 crane조작·보조조작 등을 분담하고 있다. 이 기계에 의해 大口径진공frange의 교환, 水냉각관의 교환, 動力給電源·計装의 수리, 진공부품의 締付, 漏洩검사 등 상당히 복잡

한 작업을 원격조작으로서 처리하고 있다. 이 기계와 같은 system을 다른 분야의 위험작업에도 응용할 수 있다고 생각된다.

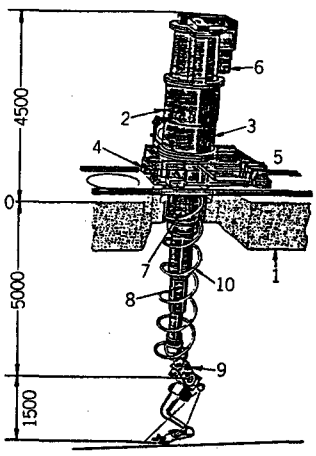
② MA-23M Servo manipulator

MA-23M은 1974년부터 프랑스의 CEA에서 개발을 해 온 bilateral manipulator이다.機種으로서는 前述의 LAMP와 같은 계열의 汎用性이 높은 것이다. 이 기계의 사용목적은 재처리, decommisioning, 深海, 우주, 身体障害者 보조 및 용접 鍛造 등의 산업이용 등 여러 분야에서의 이용이 전망되고 있다.

이 기계는 天井crane, 伸縮 boom tube(telescopic boom tube), 1双의 servo-manipulator, computer制御 system 및 TV감시system(camera 4基)으로 구성되어 있다. 운전은 중앙제어실의 TV화면을 보면서 master arm을 조작해서 행한다. 신축tube는 3.3m의 신축이 가능하며 그 끝부분에 있는 1쌍의 servo manipulator (용량 : 25kg, 2.4kW, 무게 : 180kg)는 0.7m를 더 伸長할 수 있다. 또 이 manipulator는 3개의 節이 있으며 구동은 어깨부분의 motor로 행한다.

동력전달용 테이프(全長 : 약 100m)는 팔의 한쪽편으로 붙여서 보수하기 쉽도록 하고 있다. 손목은 교환가능한 구조이며 필요에 따라 pneumatic saw 등의 工具를 붙인다. computer의 제어대상은 손끝에 있는 TV camera의 追從, 近接sensor의 対物追從 및 自動붙잡기작동 등이다. 그 외에 computer는 teaching playback에도 사용된다.

이 기계를 사용하여 大口径의 밸브 수리를 원격조작으로 1.5시간에 처리했다. 이 작업을 근접手작업으로 하면 약 10시간 걸리는 것이다. 그림10에 PIADE unit를 표시하였다. 이것은 hot cell 天井面의 rail을 走行하여 천정 hatch부터 수직으로 내리는 형식의 manipulator로 사용후는 cask에 収納된다. PIADE는 1981년에 라 아그의 hot시설 decommisioning에 사용되었다. MA-23M의 사용에서는 손끝의 追從에 전 작업시간의 40%, manipulator 조작에 15~30%의시간을 요한다고 한다.



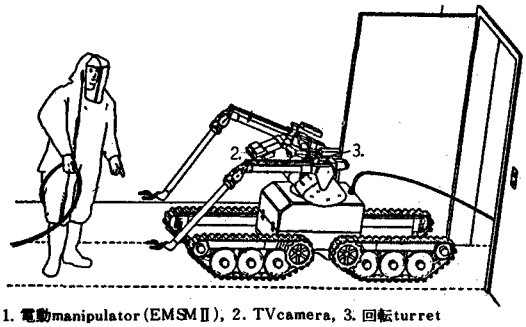
1. cell天井,
2. PIADE cask,
3. 鉛遮蔽,
4. cell遮蔽문(hatch),
5. PIADE Slide문,
6. 伸縮部motor,
7. jacket,
8. 伸縮 boom support,
9. arm fork,
10. 水圧管

그림10 PIADE manipulator

③ MF3-E manipulator vehicle

MF3-E는 서독의 칼스루에연구소에서 개발한 원자력용 작업기계이다. 그림11과 같이 4組의 caterpiller車(全중량 : 500kg)에 1双의 bilateral manipulator, manipulator회전용 turret(Swivel Turret) 등을 搭載하고 있다. 최대走行범위는 100m이며 cable로 작업의 지시를 행한다. manipulator는 6의 自由度를 가지며 최대용량은 24kg이다. 또 arm의 길이는 1.8m이다. 이 기계의 走行·운동성능에는 현저한 특징이 있는데 4개의 caterpiller에 의해 계단주행, 登坂, 장애물뛰어넘기, pit작업 및 caterpiller를 세움으로서의 伸長 등 다채로운 움직임을 행할 수 있다.

이상 3종류의 대표적원자력용 원격조작기계는 manipulator에 視覺기능, 주행기능 및 computer에 의한 자동제어기능을 付加한 것으로



1. 電動manipulator(EMSMⅡ), 2. TVcamera, 3. 回転turret

그림11 MF-3F manipulator vehicle

robot적인 성능을 가지고 있으므로 핵융합의 분해수리작업 robot로 응용할 수 있을 것으로 생각된다.

3. 宇宙Robot

(1) 스페이스 샤틀用 Manipulator

스페이스 샤틀계획의 실험선 콜롬비아号에 搭載된 manipulator는 NASA의 주문으로 카나다의 Spar Aerospace社에서 개발한 것이다. 그 개요를 그림12에서 표시하였다. 이 기계는 우주공간의 궤도上에 실험용기재의 積荷를 전개·회수하기 위해 사용된다. manipulator는 전기, 기계식의 구동기구를 가지며, 自由度는 6이다. arm의 길이는 15.2m이고 무게는 360kg이다. 작업능력은 ϕ4.6m×18.3m이고 29.5ton중량의 기재를 움직일 수 있다.

(2) 無人宇宙用 robot

앞에서의 기계는 우주비행사가 직접 조종하는데 대해 그림13의 robot는 수km 떨어진 우주기지로부터 remote control되어 자유로이 비행하여 우주중계기지의 건설에 사용하는 것이다. 현재 미국의 Martin Marietta社에서 개발중이다.

(3) 月面探査車

月面探査車는 소련이 月面에 우주비행사를 보내는 대신에 38만4천km 떨어진 우주기지로부터 원격조작으로 달의 地質표본 채취 등의 과학실험을 행하기 위해 개발되었다. 높은 신뢰도의 제어기술과 走行車輛의 설계 등이 無線 manipulator vehicle과 유사하여 흥미깊다.

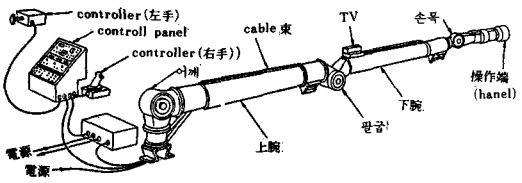


그림12 스페이스 샤틀用 manipulaior

以上의 각종 우주robot는 거대한 투자비를 소요하는 것으로 신뢰성이 높고 풍부한 know-how가 포함되어 있다고 생각된다.

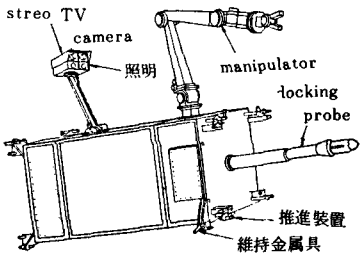


그림13 無人宇宙用Robot

4. 深海Robot (Deep Ocean System)

1960년부터 미국의 Naval Ocean System Center(NOSC)는 각종의 深海vehicle, 심해manipulator system을 중점적으로 기술개발을 해왔다. diver나 有人잠수정 대신에 해저공사, 해저통신케이블保守, 회수작업 및 沿海油田의 자원개발 등 여러작업을 안전하게 수행할 수 있다. 심해robot의 설계에서는 ①부식 ②水圧 ③복잡한 潮流 등의 대책이 필요하다.

(1) SCAT (The Submersible Cable-Actuated Teleoperator)

SCAT는 有線으로 제어되는 잠수manipulator이다. 回収작업을 목적으로 하며 本体上部에 立体TVcamera가 설치되어 있다. 또 단순한 구조의 회수용 claw를 가지며 610m의 해수중에서 작업한다.

(2) CURV (The Cable Controlled Underwater Recovery Vehicle)

CURV-Ⅰ은 1965년에 457m 深度 바다속에서 고장난"MK-46 試作魚雷"의 회수를 위해 개발한 것이다. 또 1966년에 스페인 Palomares 부근 바다에 추락한 전략군용기로부터 水爆彈頭의 회수에 성공한 것도 유명하다. CURV-Ⅱ는 762m, CURV-Ⅲ는 3,050m의 수심에서 작

업할 수 있다. CURV의 수중 manipulator는 slave hand를 교환할 수 있으며 "cable cutter", "snare", "toggle bar(倍力工具)" 및 "hook" 등 여러가지 工具를 붙일 수가 있다. 이 manipulator는 10년이상 사용할 수 있으며 단순한 구조로 고장이 적고 신뢰성이 높은 것이 실증되고 있다. 또 CURV-Ⅲ는 1973년 Corkland에서 457m 바닷속에서 고장을 일으킨 Pisces-Ⅲ(잠수선)의 승무원구조에 성공하였다.

(3) NP (Nozzle Plug)

NP는 NASA에서 개발한 것인데 스페이스 샤틀계획의 고체연료 rocket booster(SRB)를 바다속에서 회수하였다. 해중에서 booster의 seal, 排水 등의 작업을 행하며 booster를 회수한다.

(4) RUWS (Remote Unmaned Work System)

PUWS는 6100m의 잠수가 가능한 連結形의 해저vehicle이다. 自由度 4의 重作業의 manipulator로 작업대상의 유지, 위치결정을 행하며 7自由度의 bilateral manipulator로 정교한 작업도 할 수 있다. 또 이 기계는 여러가지의 공구를 바다속으로 운반할 수 있다.

(5) WSP (The Work System Package)

WSP는 3基의 manipulator, 2기의 TVcamera, 15개의 交換工具를 가지며 6,100m 잠수할 수 있다. WSP는 2½HP정도의 工具(7종)를 사용하여 항공기의 flight recorder 회수를 실시할 수 있다.(그림14 參照)

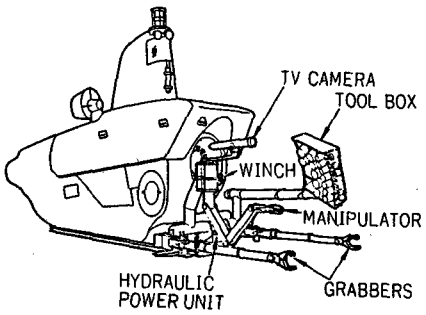


그림14 WSP(The Work System Package)

(6) 深海Robot用 manipulator

심해robot용 manipulator는 NOSC에 의해 독자적으로 개발되었다. 대표적인 manipulator는 電動link arm型이다. 이것은 23kg의 용량에 비해 무게는 34kg에 불과하다.

원자력긴급용 vehicle用의 개량형 manipulator는 旧核力推進roket개발기관·AEC·NASA 등이 서로 협력하여 개발되어 왔다. 이들 manipulator의 최대自由度는 7이며 용량은 23kg에서 182kg까지이며 arm伸長범위는 91cm에서 274cm까지 여러가지가 있다.

이상 소개한 심해robot는 全작업시간중 순서결정에 17%, manipulator 조작에 18%, camera work에 6%, 工具교환에 26%의 시간을 소비한다고 한다.

핵융합炉의 분해수리에서도 합리적 순서를 검토하는 것이 중요함을 示唆하고 있다.

5. 其他 危険物取扱Robot

폭발물 등 위험한 작업처리에는 장해물을 넘어서 작업대상에 접근할 수 있는 운반기계, 사람 손처럼 정교한 manipulator, 사람 눈과 같은 視覺장치 등이 필요하다. 따라서 이와같은 요청에 응할 수 있는 기계는 屋內外를 자유로이 走行할 수 있는 車台, 反力을 제어할 수 있는 튼튼한 manipulator와 system 전체를 有線 또는 無線으로 조종할 수 있는 제어기구를 갖는 것이어야 한다.

(1) 6輪遠隔制御 Vehicle (Six Wheeled Multi-Controlled Vehicle)

그림15와 같이 이 기계는 3軸-6輪(tire×12)의 彈性·防爆車輛 1쌍의 manipulator(전동水圧式, 용량 : 45kg), 俯仰機構가 붙은 TV camera, battery電源, antenna 및 제어cable로 되어 있다. 차량중량은 480kg이며 走行속도는 0.5km/hr~24km/hr이다. 또 有線으로 주행범위는 약 100m, 무선조종도 가능하다. 주행성능은 33°의 경사를 登坂하며 약 1m 높이의 장해물을 넘으며, 雪原·泥地·砂地도 다닐 수 있다. 또 manipu-

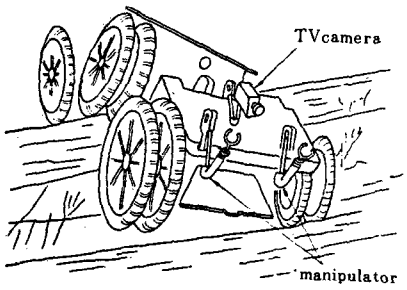


그림15 6輪遠隔制御Vehicle

lator의 精度는 把握力을 2.8kg/㎠까지 조정가능하며 needle의 나사꽂는 조작도 할 수 있다. 제어는 후방의 mobil車內의 TV화면을 보면서 실시한다.

(2) PRMV (Remote Manned Vehicle)

PRMV는 caterpiller車에 立体TV camera, 1쌍의 manipulator, 電源 및 antenna를 搭載한 vehicle이다. 후방의 指令用 traller로부터의 제어로 荒地를 26km/hr의 속도로 달릴 수 있다.

(3) RMAV (Remotely Manned Anti-Armour Vehicle)

RMAV는 4輪車輛에 MBA立体TV camera, TOW改造型 manipulator를 싣고 64km/hr의 고속으로 주행할 수 있다. 사용목적은 감시, 견인 및 missile 발사 등이며 3.4km의 먼곳에서 무선조종이 가능하다.

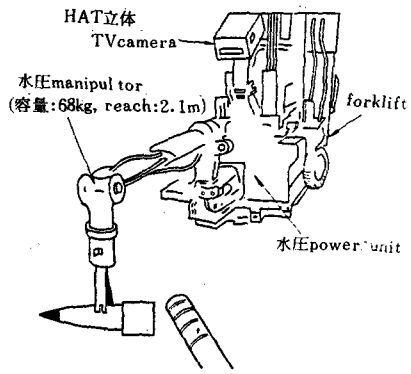


그림16 遠隔操作 forklift

(4) 遠隔操作 forklift

1.8ton의 forklift에 1段伸縮, 2節의 manipulator 1基를 搭載한 것이다. 수백feet이상 떨어진 위치에서 process plant의 수리를 한다든가, 105㎜ 不発彈의 信管떼어내기 등을 행한다(그림16 참조)

6. 새로운 Robot Mechanism

日本의 대학, 연구소, 메이커 등에서 개발되고 있는 것들을 소개한다. 이들은 장차 핵융합炉robot 기술에도 적용할 수 있을 것이다.

(1) 看護用自由度腕 robot

일어나지 못하는 장해자의 일상생활보조system용의 팔robot이다. 9개의 소형motor를 내장한 自由度 9의 정교한 manipulator이며, 음성·呼気·스위치 등의 지시로 양팔의 협조동작 등 복잡한 제어를 micro-computer가 행하고 있다. 손가락끝의 感圧senser, 감촉senser 등이 개발중이며 완성되면 더욱 정교한 동작을 행할 수 있을 것이다.

(2) WAM-6腕 robot

自由度 9의 油圧式 팔manipulator이다. 5指의 timit switch senser로 感圧하면서 door nob의 회전조작 등을 할 수 있다.

(3) ACM Ⅲ, ACM Ⅵ蛇 robot

全長 2m, 体側部의 촉각에 의해 장해물을 피하면서 蛇行한다. 走行速度는 40㎝/sec이다. 좁은 공간을 빠져나가는 주행에 응용된다. ACM Ⅵ는 다시 3次元的 움직임이 가능하다.

(4) To-Rover robot

계단을 올라가는 robot는 이 외에도 있다. unique한 주행기구를 가진다. 바퀴의 회전과 각 바퀴에 있는 3枝狀의 arm의 회전에 의해 보다 안정된 走行을 행한다. manipulator vehicle 등의 走行에 응용이 고려된다.

(5) 그리피이드

이것은 다수의 배관이 같은 간격으로 배열해 있는 heater와 같은 곳을 차례로 건너가는 me-

chanism이다. 이 기구는 炉内의 배관검사에 응용할 수 있다.

(6) WL-9DR 二足歩行 robot

발관절 4, 발꿈치관절 2, 가랑이관절 4, 계 10의 自由度를 갖으며 micro-computer의 제어로 45cm의 歩幅으로 직선보행을 할 수 있다. 복잡한 動歩行의 제어기술이 필요하며 이것은 다른 곳의 응용이 고려된다.

(7) 海底 robot

그림17과 같이 8本의 다리로 해저면의 기복부를 안정하게 보행할 수 있다. 架橋工事의 지형, 지반조사에 사용되고 있다. 이 기계는 수심 70m까지 사용할 수 있다.

☆ ☆

TOKAMAK炉는 복잡한 구조를 가지고 있으므로 고장시 원격조작에 의한 분해수리에 많은 곤란이 예상된다. 산업용 robot가 세계적으로 사용되고 있으나 핵융합로의 분해수리에는 더욱 고도의 robot가 필요하다고 생각된다. 이 분야는 특히 미국이 앞서 있으며 원자력, 우주, 군사용에 대한 고도의 기술적기반을 보유하고 있다. 그 미국조차도 TFTR(소량의 DT연소를 행함)의 원격분해수리기술의 문제에 총력을 기울이고 있다.

現計劃에 이은 핵융합次期장치(수백MW급)의 설계에 있어서는 되도록 원격조작기술의 부담을 가볍게 하는 炉개념을 설정하며 또 早期에 mock-up 시험 등 구체적 연구개발에 착수할 수 있도록 炉설계 深度를 깊게 할 필요가 있다. 이때 설계자와 원격수리기술자간의 긴밀한 교류가 필요하게 된다.

기술개발은 대량방사성물질의 원격조작기술의 경험을 유효하게 활용하여 robot기술의 진전상황을 진작시키는 동시에 구미의 심해, 우주, 위험물취급용 robot기술에 대해서도 주목할 필요가 있다. 여기에 다시 고도의 원격조작기계의 방사선환경에서의 운전을 가능하게 하기 위해 必須的인 senser, 전자제품의 耐방사선 성능의 계통적 검토에 착수할 필요가 있다.

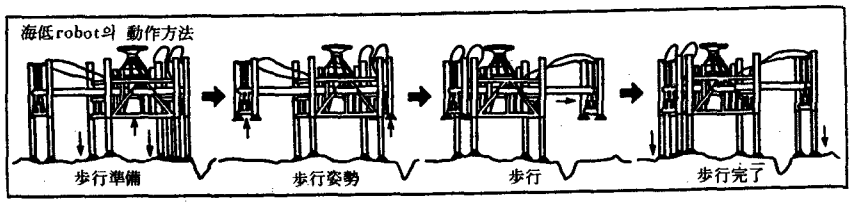


그림17 海底Robot

科学技術処 移転 案内

주 소 : 경기도 시흥군 과천면 문원리 1 (정부 제 2 종합청사)

전화번호 : 이병휘 원자력상임위원실(591-5583) 임용규 원자력상임위원실(591-8366)

원자력국장실(591-6164) 안전심사관실(591-0856) 원자력정책과(591-6378)

원자력개발과(591-7694) 원자력기준과(591-6091) 원자로검사과(591-4937)

원자로심사과(591-5893) 방사선안전과(591-4391)