

# 産業用 로봇에 관한 考察

河 正 鎬

〈本協會 防災試驗所・課長〉

## 1. 序

지금 우리 주위에 “自動化”란 말이 무슨 유행어 처럼 널리 사용되고 있다. 工場 自動管理에서부터 事務 器械 自動화까지 自動화 없이는 무슨 일이 되지 않는 것처럼 알고 있는 것이 現代人의 常識이 되기에 이르러 있는 것 같다. 그중에서도 각종 Computer를 부착하여 사람의 어려운 作業 條件에서 대신 일하고 있는 로봇에 대하여는 더욱 그 關心度가 높은 것 같다. 高熱이 發生하는 용광로의 作業이나 극심한 냄새나 분진이 발생하는 곳에서의 로봇 이용은 이미 開發이 성공되어 널리 普及되어 있다는 것은 既知의 事實이다.

筆者가 1982年 9월부터 11월까지 2個月 동안 日本 研修에서 보고 느낀 바중에 日本이 오늘날 세계 제2의 경제대국을 이룩한 것도 이러한 로봇 산업의 성공에 기인된 것이 아닌가 하는 생각을 해보았다.

또한 화재진압시에 무서운 火勢와 극심한 毒가스로 인한 消防活動의 위험한 作業을 이제는 로봇을 利用하여야겠다고 하여 日本 消防研究所에서 이에 대한 로봇을 研究하는 모습도 보았다.

本考에서는 로봇의 概要와 앞으로의 問題點 그리고 오늘날 日本의 로봇 普及 現況을 살펴봄으로써 우리도 各分野의 自動化에로 가는 길에 다소나마 보탬이 되고자 한다.

## 2. 日本의 로봇 産業 概況

잘 아는 바와 같이 産業用 로봇은 自動車, 電氣 機械, 電子 器械 産業등을 중심으로 企業의 크고 작음을 막론하고 급속히 普及되기 시작하고 있다. 現在 世界中에는 약 10만대의 로봇이 보급되어 있는 것으로 알려져 있으나 이중 약 75%에 달하는 7만5천대의 로봇이 日本에서 稼動하고 있다고 한다. 다소 놀랄만한 事實이 아닌가 생각이 된다. 이 로봇중 中級 이상의 정밀한 로봇에 대하여도 世界 總數 2만5천臺中 日本이 1,500대를 保有하고 있으며 그 다음으로 美國에서 약 4,000대 정도가 稼動한다고 하니 역시 日本은 자기 나라 사람들 끼리 자기나라가 로봇王國이라고 말하는 것을 짐작할 수가 있을 것 같다.

왜 日本이 로봇 産業에 全力을 기울이고 있으며 또 산업체에서 로봇 導入이 促進되게 되었는가에 대해 그나라의 사회적 背景을 살펴 보면 다음과 같다.

### 가. 勞使가一體된 企業 風土

日本에는 經營者와 勞動者가 모두 함께 技術革新에 대하여 갈망하고 있으며 이는 終身雇用制를 통하여 더욱 더 勞使가一體되어 新製品의 開發, 生産의 合理化만이 자기들의 살길이라고 確信하고 있다.

로봇들은 失業者를 낳는다는 유럽의 각종 勞動組

합과는 달리 日本의 勞動組合들은 企業內的 單純作業, 위험작업, 불결한 작업에서 組合員을 解放시키기 위해서 로봇 導入이 불가피하다는 協力的 자세를 보여왔다.

#### 나. 人力 不足의 深刻化

日本은 의무 교육을 마치는 中學生의 94%가 高等學校에 진학을 하게 되고 高卒者의 45%가 大學에 진학하는 高學歷 社會가 되어 젊은 勞動者가 부족하게 되고 특히 中小企業에는 人力不足이 더욱 深刻化되고 있다.

#### 다. 賃金의 上昇

아크 溶接 로봇트를 예를 들면 가격은 3천만원 내지 4천만원으로 24시간 연속 운전이 가능하다. 그러나 日本 노동자 1인당 년간 급여는 1,200만원, 1日 작업 시간을 8시간으로 하면 로봇트의 작업 시간은 24시간 이므로 로봇트는 하루에 3명의 일을 하여 年間 3,600만원 상당의 일을 하게 된다. 거의 1년으로 로봇트의 원가를 벌어들 수 있다는 계산이 된다. 作業에서는 原價 절감이 다른 어느것 보다는 重要視된다는 것은 말할 나위도 없을 것이다.

#### 다. 여러 品種의 小量 生産에 對備

市場 機能이 發達하고 여러 가지 價格의 상품이 요구 됨에 따라 과거의 大量 生産, 大量 販賣의 時代는 이미 지나 갔다고 한다. 같은 品種이라도 디자인등이 약간씩 다른 여러가지 상품이 요구되고 있다. 한방식의 자동차로 여러 품종을 제조하는 자동차 회사에서 하나의 組立 라인 위를 소위 “混流 生産 方式”으로서 여러 車種의 자동차가 흐르면서 完成되게 되는 것도 高性能 용접 로봇트, 塗裝 로봇트등의 開發 導入때문인 것으로 알려져 있다.

로봇트의 역사는 그리 길지 않아 약 20년으로 거슬러 올라 가 1962년에 美國의 유니메이선社가 自動車 製造 會社인 포드에 3대의 용접 로봇트를 納品한 것이 그 起源으로 알려져 있다. 日本의 역사도, 日淺하여 1970년에 川崎重工業이 美國의 유니메이선社와 기술 제휴로 만든 용접 로봇트를 日産自動車社에 납품한 이래 자동차 산업을 中心으로 로봇트의 개발, 導入이 추진되어 왔다. 지금까지 日本의 자동차회사들이 大量的

로봇트를 도입하여 日本車가 高品質 低價格을 유지하고 있다는 것은 잘 알려진 사실이다.

근래 日本에서의 로봇트 생산액은 1979년이 1,260억원, 80년이 2,340억원, 81년이 3,600억원을 웃돌고 있다고 한다. 생산대수도 79년이 15,000대, 80년이 20,000대로 급성장 하고 있으며 80년의 생산 대수 20,000대중 60%인 12,000대가 中小企業에 판매되었다고 하니 日本의 로봇트는 全産業에 널리 보급 되어간다고 볼 수 있다. 또한 日本 로봇트 생산품중 현재의 수출은 3%정도 밖에 되지 않고 있어 그리 팔목할만 하지는 못하나 日本人들은 세계적으로 로봇트 수요가 급증할 것으로 判斷하고 海外 輸出 준비에 全力을 기울이고 있다.

### 3. 로봇트의 分類

다음에는 産業用 로봇트의 分類에 대하여 살펴보고자 한다.

산업용 로봇트는 대체로 A급에서 F급까지 다음과 같이 6가지로 分類하고 있다.

A級은 人間이 손으로 작업하는 매뉴얼 매뉴플레이터로 制御소등에서 人間の 손 대신 사용하고 있다.

B級은 固定 시퀀스 로봇트, C級은 可變 시퀀스 로봇트로 미리 定義된 순서, 조건 위치에 따라 作業의 각 단계별로 일을 하는 매뉴플레이터이다. 그 시퀀스를 고정한 것은 고정 시퀀스 로봇트, 多少 可變인 것은 可變 시퀀스 로봇트이다.

D級은 플레이백 로봇트이다. 이것은 미리 사람이 매뉴플레이터를 움직이도록 가르쳐 준 대로 그 작업의 순서, 위치 등을 기억하여 그것을 필요에 따라 읽어내어 작업을 하는 로봇트이다. 자동차 생산 라인에 속련 작업자가 하는 스포트 용접이나 塗裝 作業을 로봇트에 실제로 손을 달아 주어 가르쳐주면 그것을 그대로 로봇트가 기억하여 필요에 따라 반복하는 작업을 해나갈 수 있다.

E級은 數値制御 로봇트이다. 이것은 수치로 순서, 위치 및 情報를 지시하는 매뉴플레이터로 NC工作機械가 이것에 해당한다. 또 전자기기 제조회사에서 프린트 基板에 구멍을 내어 IC나 저항기등을 자동적으로 끼어 넣는 것도 數値制御 로봇트이다.

끝으로 F級은 知能 로봇트이다. 인텔리젠스 로봇트

로 불리우는 이 로봇은 자기가 감각기능, 認識機能을 가지고 있어 어느 정도 판단하면서 일하는 로봇이다.

또 소위 低級, 中級, 高級으로 分類하기도 하는데 이것은 로봇의 入力 情報 方法에 따라 分類한 것이다. 단순 작업을 반복만 하는 로봇이 低級 로봇으로서 앞에서 分類한 A, B, C級이 이에 該當한다. 사람의 壽命에 따라 일을 하는 로봇이 中級 로봇으로서 플레이백 로봇(D級 로봇)이 이에 해당한다. 이에 반해 思考하여 일을 하는 知能 로봇은 高級 로봇으로 分類하고 있다.

그런데 플레이백 로봇도 수치의 의해 位置指定을

〈表 1〉 産業用 로봇의 分類

	名 稱	意 味
A	메뉴얼 매뉴플레이터	人間이 操作하는 매뉴플레이터
B	固定 시퀀스 로봇	미리 設定해 놓은 順序와 條件 및 位置에 따라서 作動의 各 段階를 順次的으로 해나가는 매뉴플레이터로 設定 情報의 變更이 용이하게 되지 않은것
C	可變 시퀀스 로봇	미리 設定한 順序와 條件 및 位置에 따라서 各 段階를 順序的으로 해나가는 매뉴플레이터로서 設定 情報의 變更이 容易한 것
D	플레이백 로봇	미리 人間이 매뉴플레이터를 가동하여 가르쳐준 바에 따른 그 作業 順序, 位置 및 기타의 情報를 記憶시켜 그것을 필요에 따라 읽어 가도록 함으로써 그 作業을 하게 하는 매뉴플레이터
E	數值 制御 로봇	順序, 位置 및 기타의 情報를 수치에 의해 指令한 作業을 하는 매뉴플레이터 例: 線孔紙 테이프, 카드나 디지털 스위치등에 의한 것
F	知能 로봇	感覺 機能 및 認識 機能에 의해서 行動 決定이 가능한 로봇

메뉴플레이터: 人間の 팔 機能에 유사한 機能을 가지고 對象物을 空間에 移動하는 것

하지 않고 實物과 함께 動作을 敎示 하는 産業用 로봇을 새로운 方式으로 採用하여 現在 많은 話題가 되고 있다. 원래의 플레이백 로봇은 敎示하여준 動作만을 단순히 반복하여 작업 환경이 변한다면 단지 對象物이 많아서 不規則하게 되어 있으면 作業이 不良하게 되는 것이었다.

이것이 人間이라면 作業 目的과 대체적인 작업 순서를 가르쳐주면 적은 상황의 변화에 대하여는 支障없이 생각해 가면서 작업을 해 나갈 수 있다.

이는 人間에는 「視覺」「觸覺」「聽覺」「臭覺」「味覺」이라고 하는 5感이 있어서 情勢의 변화에 대하여 적절한 조치를 할 수 있기 때문이다.

따라서 로봇에 이와 같은 감각 기능을 부여하여 여러 상황 변화에 대한 대응책을 먼저 가르쳐 줄 수만 있다면 로봇의 作業 能力은 飛躍的으로 높아질 것이다.

이러한 方法으로 人間 정도의 作業 能力을 가진 로봇(知能 로봇)의 개발은 우선 感覺機能(센서)의 개발에서 시작하였다. 學者들의 研究 結果에 의하면 人間이 5感을 통하여 얻은 情報中 90% 이상이 눈(視覺)을 통하여 얻은 情報라고 한다. 따라서 知能 로봇의 감각 기능에도 우선 우수한 눈(視覺)이 必要하게 되었다. 이러한 目的에 따라 포토다이오드, 텔레비 카메라 등 여러 가지 센서를 이용한 로봇의 눈이 개발되어 작업 대상물의 有無 檢出이나 간단한 식별은 可能하게 되었다. 그러나 우리 人間の 눈은 대상물의 일부가 다른 물체에 가려서 보이지 않을 때에도 과거의 경험으로 그 전체를 판단 할 수 있는 高度의 機能을 가지고 있어서 이 機能(패턴 認識 機能)의 덕분에 우리들은 部品를 조립하는 作業에서 대상물의 크기나 형태, 대상물까지의 거리 등이 완전히 변하여도 이를 정확하게 알고 작업을 할 수가 있는 것이다. 따라서 로봇에도 사람과 같이 눈을 달고 패턴 認識 能力을 부여해 주어 야만 한다는 것이다. 그러나 이와 같은 高度의 패턴 認識 能力을 가지는 로봇의 눈 開發은 現在의 技術 水準으로는 不可能하며 앞으로 남아 있는 重要한 課題라고 하겠다.

感覺 機能中 視覺 다음으로 로봇에 重要한 것은 觸覺으로 알려져 있다. 그 중에서도 로봇에 必要한 것은 손목이나 손가락과 대상물과의 사이에 力學的인 關係를 어떻게 원할히 檢出할 것인가 하는 問題가

되겠다. 현재 로봇의 觸覺은 어느정도 進歩되어 있는가 예를 들어 살펴보고자 한다.

손으로 물건을 잡는 경우 그 미끄러움과 떨어지려는 힘등을 감지하여 물건을 떨어트리지 않고 또한 쓰러트리지도 않고 잡아야 한다. 지금까지의 로봇트는 한쪽 손으로 위스키 병을 쥐고 다른 한손으로 잡은 유리컵에는 술을 따를 수는 있으나 종이 컵을 잡고는 따를 수는 없는 상황이다.

종이 컵은 유리컵과 달리 처음 부터 꼭 잡으면 되지 않고, 위스키를 따르면서 서서히 컵을 강하게 잡아야 하나 사람의 손은 이러한 複雜 微妙한 作業을 무난히 할 수 있으나 로봇트의 손은 아직까지 不可能하다는 것이다.

여기에는 메카니즘의 問題도 관계되고 있다. 3次元의 動作을 서로 獨立하여 움직이는 能力을 「自由度」라고 하나 로봇트의 自由度는 현재 最大 6정도이다. 그러나 물건을 잡는 사람의 손을 보면 엄지손가락의 관절과 다른 손가락 관절 3쪽을 움직여도 筋肉에 의해서 각자 獨立하여 움직임으로 모두 15개의 自由度가 있다고 한다. 로봇트의 손에도 이와 같이 움직이는 서모모터를 사용하면 모터가 15개나 붙은 매우 큰 손이 되어 버리기 때문에 實用化는 어렵게 되고 있다. 사람의 손과 같은 자유스러운 自由度를 實現하는 「筋肉」의 開發도 앞에서 설명한 觸覺 機能의 開發과 함께 앞으로의 課題中에 하나라고 할 수 있을 것이다.

여기에서 현재 문제로 되고 있는 로봇트의 將來 技術 事項을 다시 한번 整理해 보면 다음과 같다.

#### 가. 센서의 開發

위에서 언급한 바와 같이 高度의 패턴 認識 機能 開發이 시급하다.

#### 나. 小型 輕量化와 스피드化

사람의 몸은 스트레스에 견딜 수 있는 構造로 되어 있어 60kg의 살가마도 들어 올릴 수 있으나 現在 로봇트는 1ton의 自體 무게가 되어야 겨우 50kg 밖에 들어 올 수 있다. 로봇트는 팔 자체가 철이나 銅으로 되어 있어 손가락 하나가 1kg이나 되고 있기 때문이다. 로봇트에도 重量이 가벼우면 사람처럼 動作 速度가 向上될 수 있으므로 어쨌든 로봇트의 小型 輕量化는 로봇트 性能 向上에 필수적인 課題라고 할 수 있다.

#### 다. 組立 로봇트의 開發

센서의 開發, 高性能 팔의 開發, 小型輕量化, 스피드化와 함께 組立 로봇트의 開發이 期待되고 있다. 組立 로봇트를 導入하면 工場 作業의 40%를 로봇트化 할 수 있다고 한다.

#### 라. 自走 能力의 開發

現在 로봇트에는 移動性이 없어 公장의 면적을 넓게 점령하고 있다. 만약 로봇트가 걸어 다닐 수 있다면 하나의 作業場에 1臺의 로봇트로 여러 가지 일을 하게 할 수 있을 것이다.

### 4. FMS 技術

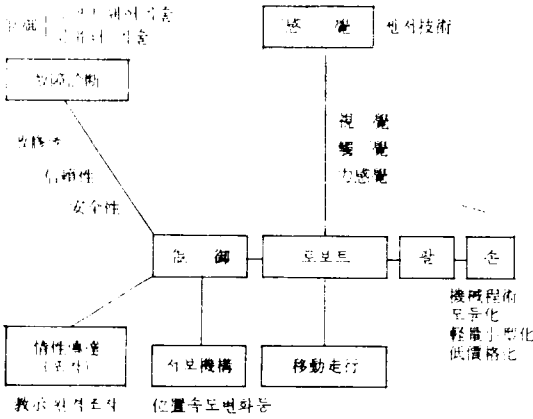
産業用 로봇트의 發達에 따라 관심을 가져온 FMS (Flexible Manufacture System)에 대하여 조금 살펴 보 고자 한다.

人間은 素材나 部品을 위해 그 물량상태 등을 判斷하여 적당한 도구나 기계 설비를 선택하여 그 상태를 보아가면서 注文한 제원에 따라 여러 가지 물건을 만들고 있다. 이 Flexible한 作業能力을 무언가 기계가 대신 하게 하는 것이 生産 오토메이션化의 研究 目的 이며 꿈이다.

그런데 지금까지의 自動화 機械 대부분은 그저 하나의 製品을 大量 生産하는데 중점적으로 作用되어 熟練을 요하는 作業은 機械가 하고 製品이나 材料를 운반해 벨트등에 올려 놓거나 기계의 드릴을 교환하는 등의 누구나가 할 수 있는 간단하고 다양한 作業은 人間이 하도록 조적이 되어 왔다. 바꾸어 말하면 인간은 어느 한계 까지 밖에 일하지 못하는 기계의 주위에서 機械가 作業을 잘 할 수 있도록 기계의 심부름만 하고 있다는 것이다. 왜 이렇게 되었나 하면 人間은 五感を 驅使하여 상황을 판단해 가면서 작업을 할 수 있으나 自動화 기계는 기본적인 作業만을 自動화 한데 지나지 않기 때문이다.

그러나 生産의 오토메이션에 대한 개념도 많이 변천하여 왔다. 消費의 多樣化, 뉴스의 變化에 대응하는 多品種 少規模 生産에 적합한 生産 기술이 要請되고 있다는 것이다.

이에 대응하여 自動화 機械 自身도 진보하여 作業에



〈그림 1〉 産業用 로봇의 基礎 技術

Flexibility가 加하여지도록 되었다. 최근 컴퓨터를 사용한 CNC나 自動化 機械의 開發, 컴퓨터를 부착한 산업용 로봇에의 진보에 의해서 지금까지 사람의 判斷에만 의존하여 오던 部分을 어느 정도 기계에 대신 할 수 있도록 하여 왔다.

이와 같은 自動化 機械, 産業用 로봇의 進歩와 앞에서 언급한 多品種 少量 生産 技術의 要請이 결부되어 생겨난 生産 方式이 FMS이다. 이것은 生産 自動化의 궁극 목적인 「多品種 中 小規模 生産 工場의 無人化를 實現하는 시스템」이라고 해도 좋을 것 같다. 最近에는 産業用 로봇 製造 會社의 無人化 工場이 FMS 技術의 最先端을 가고 있어 많은 사람의 注目を 끌고 있다. 그러나 이들 工場도 아직 完全 無人化에는 이르지 못하고 人間の 作業能力을 完全히 기계가 대신 하게 할 수 있도록 하는 꿈은 이루지 못하고 있다.

원래 시스템 工學에는 「센서를 制御하는 者는 시스템을 制御한다」라고 말하고 있다. 現在 FMS 開發에 當面한 시스템 제어의 기본인 센서의 開發에 대하여 重要한 課題를 살펴 보면

가. 컴퓨터 시스템의 設計 技術과 소프트웨어의 開發

나. 工具 破損 檢知, 故障 檢知를 하는 機械의 自動 診斷 裝置 開發

다. 製品의 自動 試驗 檢査 技術 開發

## 라. CAD 設計 自動化의 開發

등이며 이에 대하여는 現在에도 研究가 進行중에 있으나 앞으로 계속 研究되어야 할 事項이다.

## 5. 로봇의 普及

現在 불결한 作業에서의 職員의 解放, 또는 숙련공의 부족등의 이유로 로봇 도입에 대하여 先進國에서는 적극적인 자세를 가지고 있으며 특히 그 경향은 中小企業쪽으로 더 강한 상황인 것 같다. 또한 技術 向上을 위해서도 많은 高性能의 로봇이 普及되고 있는 상황이다. 現段階에서 아무리 신중을 기한다 하더라도 세계적으로 급성장하는 生産 技術에 대비하고 原價 경쟁을 위해서는 로봇의 도입 설치가 시급한 과제라 아니 할 수 없을 것 같다.

로봇은 우선 사용하여 보는 것이 重要한 것으로 판단된다.

그러나 최근에 로봇의 設置 가동에 대해 각종 노동조합을 중심으로 여러 가지 反論이 세계적으로 거론되고 있는 것도 또한 사실이다. 人間の 領域을 침해하여 失業을 높인다는 의견들이다. 그러나 로봇은 앞에서 언급한 바와 같이 사람의 기능 일부는 대신할 수 있다 할지라도 단지 가르쳐준 것에 한해서만 가능한 것이므로 人間과 같은 高度의 기능은 할 수 없는 것이다. 특히 케일스와 같이 걸어 다니면서 할 수 있는 일은 不可能 하며 또한 상당한 마음이 必要한 서비스업은 더욱 그러하다. 또한 전자 산업의 進歩에 따른 情報의 高度化, 複雜化가 이루어짐에 따라 이들을 처리하기 위한 人間の 할 일은 얼마든지 남아 있다고 하겠다.

따라서 로봇의 普及은 短期的으로는 人間과의 差別을 일으킬지 모르나 장기적으로 볼 때는 特種 分野에 관하여 人間以上の 能力을 가지고 人間이 약한 機能을 보좌한다고 할 수 있다. 다시 말하면 人間이 하기 싫어 하는 분야 즉 극히 단순한 反復의 作業, 매우 불결한 作業, 危險한 作業, 人間の 限界를 초월한 作業을 로봇에 맡긴다는 것이다. 더욱 具體적으로 말하면 ① 原子力에 關聯된 作業 ② 宇宙空間에서의 作業 ③ 人間이 견디기 어려운 深海의 作業 ④ 항시 爆發의 위험이 따르는 炭鑛의 作業등을 맡길 수 있을 것

같다.

로봇의 導入의 근본적인 目的은 「人間性 回復」에 있다고 하겠다. 즉 로봇으로 가능한 일은 로봇에 맡기고 人間은 더욱더 人間다운 일을 하자는 것이다.

## 6. 結 論

以上에서 살펴 본 바와 같이 産業用 로봇은 궁극적으로 人間이 人間다운 삶을 위하여 人間이 考察해 놓은 것으로 文明의 利器임이 分明하다 하겠다. 原價의 節減, 技術의 向上에 대한 심각한 세계 경쟁에 대처하기 위해서는 우리 나라도 하루 빨리 이에 대한 적극적인 導入 자세가 확립 되어야 할 것으로 판단된다.

세계적으로 窠대 높기로 유명한 英國의 대처 수상이

筆者가 日本에 研修중이었던 1982년 가을 日本을 방문하여 일본의 産業用 로봇 普及 現況을 살펴 보고 너무나 감격한 나머지 英國에 돌아가 로봇 導入을 反對하는 勞動黨 지도자들에게 다음과 같이 연설하였다고 한다. “英國 指導者 여러분! 제가 日本을 방문하고 귀국하였습니다. 日本에는 75,000대의 로봇이 全産業에 가동되고 있습니다. 英國에는 400대의 로봇이 가동하고 있습니다. 그러나 日本의 실업율은 2.4%인데 비하여 英國의 실업율은 지금 12%에 달하고 있습니다. 이태도 로봇이 보급되면 실업율이 증가한다고 하겠습니까? 나는 日本 로봇 研究所에 가서 로봇과 악수를 하고 왔습니다. 우리 영국도 하루 빨리 日本의 로봇을 導入하여야 하겠습니까.”\*

### <保險用語解説>

#### 免責危險

免責危險이란 法에 規定한 免責事由 그 自體는 물론이며 그 免責事由를 起果條件으로 하는 不可避한 因果關係進行의 過程에 나타나는 危險으로 因하여 發生한 損害에 對하여 保險者의 免責이 規定되어 있는 危險을 말한다.

만약 그와 같은 因果關係의 進行過程에 擔保危險이 나타난 경우에 保險者가 그 擔保危險에 의하여 發生한 損害에 관하여 補償責任을 지느냐 지지 않느냐는 擔保危險約款과 免責危險約款中 그 어느 것이 優先的 效果를 가지느냐에 따라 決定된다.

免責危險에는 絶對的 免責危險, 相對的 免責危險의 區別이 있다.

後者は 法律, 約款에 의하여 保險者가 負擔하여야 할 危險인데 대하여 前者는 그 性質上 또는 公序 良俗에 反한다는 理由로서 特約에 의해서도 擔保되지 않는 危險이다.