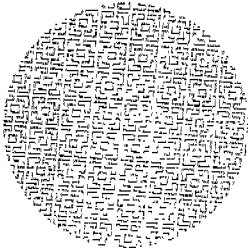


防爆型 電動機의 種類 및 構造

Classification and Structure of Explosion-proof Motor



李 常 烈

暁星重工業株式會社 電動機部長

1. 序論

産業의 發達과 더불어 各 工場이나 實驗室, 炭鑛等에서는 生産 및 製造過程에서 爆發性 또는 可燃性의 危險이 있는 GAS 나 蒸氣, 粉塵等을 취급함에 따라 重要한 設備나 實驗室, 工場 또는 炭鑛이 電氣的 또는 其他 要因에 依해 萬一의 爆發 事故가 發生한다면 設備의 損害는 勿論 生産中斷 또는 人命損傷과 社會的 信用問題等 그 損失은 實로 豫測하기 힘든 크나큰 問題인 것이다.

따라서 爆發의 危險이 있는 — GAS나 粉塵의 濃度가 爆發下限界 以上の — 場所에서는 원래 電氣設備을 一切 禁하여 使用하지 않기로 되어 있었으나 防爆構造, 電氣機器의 開發로 爆發性의 GAS 蒸氣 및 粉塵의 危險한 場所에서도 이의 條件에 맞는 防爆構造의 電氣機器를 올바르게 選定하면 危險負擔없이 設備를 稼動시키고 工場을 運營할 수 있도록 되어 있다.

電動機의 境遇에도 防爆型 電動機라 하여 危險場所, 爆發等級의 分類에 따라 適切한 防爆型의 電動機를 選定, 使用할 수 있으므로 周圍條件에 依한 危險場所를 區分, 爆發等級, 防爆型 電動機의 種類와 構造, 防爆型 電動機의 選定要領에 關하여 記述하여 使用者의 負擔을 덜고자 한다.

2. 規格 (IEC 및 NEC) 의 比較

IEC(International Electrical Committee)의 Electrical Apparatus for Explosive Gas Atmosphere와 NEC(National Electrical Code)의 Hazardous Location을 比較하면 그 意味가 表示하는 바와 같이 IEC는 防爆型 電氣機器의 構造에 對하여 또 NEC는 電氣機器가 使用되는 周圍條件의 環境에 對하여 重點을 두어 規程하고 있다.

IEC는 危險源의 環境 即 그 機器가 使用되는 場所의 GAS 種類에 따라 場所의 區分을 0種, 1種, 2種場所로 分類하되, 機器의 型式을 耐壓防爆型, 安全增防爆型, 內壓防爆型, 油入防爆型 등으로 나누며 NEC는 危險源의 環境條件에 따라 場所區分을 Division 1, Division 2로 分類하며 GAS의 種類에 따라 Class Group으로 分類하고 있으나 電氣機器의 構造에 對하여는 別途의 規程이 없다.

2.1 電氣機器의 使用環境에 依한 分類

	I E C	N E C
環境에의한 區分	0 種場所	Division 1
	1 種場所	Division 2
	2 種場所	
GAS 種類 에 의한 區分	(發火度, 爆 發等級에 따 라 別途區分)	Class I Group A
		B
		C
		D
		Class II Group E
		F
		G

2.2 電氣機器의 構造에 依한 分類

I E C	N E C
耐圧防爆構造	別途規程이 없음 (各 Maker에서 使用環 境에 맞는 構造로 製作)
安全増防爆構造	
内圧防爆構造	
油入防爆構造	
本質安全方爆構造	
特殊防爆構造	

3. 危險場所의 說明(基準)

3.1 IEC는 危險한 零圍氣가 存在하는 時間과 頻度에 對하여 充分하게 安全한 防爆機器의 選定을 爲해 다음의 3 種類로 危險場所를 區分한다.

• 0 種場所: 持續적으로 危險한 분위기를 造成하여 通常의 狀態에 있어서 爆發性 GAS의 濃도가 連續 또는 長時間 持續적으로 爆發下限界以上이 되는 場所(이 場所에는 電動機의 適用이 不可하다.)

• 1 種場所: 一般的인 狀態에서 爆發性 GAS가 集積하거나 修理 補修 또는 새어 나옴으로써 GAS가 集積하여 危險한 濃도가 될 우려가 있는 場所.

• 2 種場所: 非正常的인 異常狀態下에서 危險零圍氣를 生成할 우려가 있는 即 容器 또는 設備의 事故나 操作잘못의 境遇나 換氣裝置의 故障, 1 種場所로부터의 GAS侵入等の 우려가 있는 場所.

3.2 NEC는 危險場所를 다음의 2 種類로 區分한다.

• Division 1: GAS, 蒸氣 또는 爆發性 粉塵等

의 危險한 條件이 恒時 存在하는 危險한 場所 (IEC의 0 種場所와 1 種場所에 該當됨)

• Division 2: 非正常的인 狀態下에서 危險한 條件이 一般的으로 存在할 수 있는 場所

4. 爆發性 GAS 및 粉塵의 分類

4.1 GAS의 分類(IEC)

IEC는 爆發性GAS의 危險性에 따라 發火度 및 爆發等級을 다음과 같이 規程하고 있다.

(1) 發火度: 爆發性 GAS의 發火도를 發火點에 따라 5 等級으로 分類한다.

(2) 爆發等級: 標準容器에 對한 爆發試驗에서 火災逸走가 發生하는 時의 最少値에 따라 3 等級으로 分類한다.

4.2 爆發性 粉塵의 分類

粉塵이 爆發하는 일은 石灰의 炭坑事故, 無機藥品工場, 農産物加工工場, 合成物等の 取扱에서 粉塵事故가 있을 수 있으며 爆發性粉塵에는 爆燃性 粉塵과 可燃性 粉塵이 있다.

〈表-2〉 爆發性 粉塵의 分類

발화도분진종류 발화도	폭연성분진	가 연 성 분 진	
		도전성물질	비도전성물질
기호 11 발화점 270°C초과	마그네슘 알루미늄	아연 티탄 코크스 카본블랙	소맥 폴리에틸렌 고무 열료 케솔수지
기호 12 발화점 200°C초과 270°C이하	알루미늄 (솔 脂)	철분 석탄	코코아
기호 13 발화점 150°C초과 200°C이하			유황

4.3 NEC의 爆發性 GAS와 粉塵의 分類

Class I (爆發性 또는 可燃性 GAS나 蒸氣를 包含하고 있는 場所)

Group A. Acetylene

B. Butadiene, Ethylene-Oxide, Propylene

C. Acet-aldehyde, Ether, Isoprene

D. Acetone, Alcohol, Ammonia, Benzine

Butane, Gasoline, Hexane, Lacquer

(表 - 1) 爆發性 GAS 의 分類와 防爆構造의 適用

폭발등급 (틈새의연면 거리25mm에 있어서 화염이 파급될수있는 틈새의깊이) °C	발화도	G1	G2	G3	G4	G5
	외피표면 온도상승 한도		320°C	200°C	120°C	70°C
발화점		450°C초과	초과-이하 300°C-450°C	초과-이하 200°C-300°C	초과-이하 135°C-200°C	초과-이하 100°C-135°C
1 급 0.6mm 초과		Acetone Ammonia Ethane Toluene Propane Benzene Methanol Methane 초 산 (Acetic acid) 초산 Ethyl 일산화탄소	Ethanol Isoamyl acetate (초산 Isoamyl) 1-Butanol Butane 무 수 초 산	Gasoline Hexane	Acetaldehyde Ethyl ether	
2 급 초과-이하 0.4mm-0.6mm		석탄 Gas	Ethylene Ethylene oxide			
3 급 0.4mm 이하		수설 Gas 수소	Acetylene			이산화탄소

(註) 火災逸走의 限界値는 틈새의 깊이 25mm에서 火災이 逸走하는 틈새의 最少値임

Propane, Toluene, Propylene

CLASS II (點火할 수 있는 粉塵을 包含하고 있는 場所)

Group E. 알미늄, 마그네슘

F. 석탄, 코크스, 카본블랙

G. Grain Flour

5. 防爆型 電動機의 種類

防爆型 電動機에는 GAS나 蒸氣의 危險場所에서 使用되는 一般用 電動機와 爆燃性 또는 可燃性의 粉塵場所에서 使用되는 炭酸用 電動機로 大別되며 그 種類는 다음과 같다.

5.1 一般用 防爆型 電動機

(1) 耐压防爆型: 密閉構造로서 電動機内部에서 事故에 依해 爆發性 GAS가 爆發하였을때 電動機 外被가 그 壓力에 견디며 또한 外部의 爆發性 GAS에 引火될 우려가 없는 構造

(2) 安全増 防爆型: 常時 運轉중에 불꽃아아크(A.RC) 또는 過熱되어서는 안될 部分에 이의 防止를 爲한 構造上 또는 溫度上昇에 對해 特別히 安全度를 增加시킨 構造

(3) 内压防爆型: 電動機内部에 保護氣體 (신선한

空氣 또는 不活性GAS)를 계속 壓入함으로써 電動機 内部의 壓力을 周圍의 壓力보다 크게하여 爆發性 GAS가 侵入하는 것을 防止한 構造로서 電動機를 始動하기前 電動機 및 通風管은 그 容積의 5倍 以上の 空氣를 注入시켜야 한다. (内压의 意味는 電氣機器 内部의 모든 隙에서 周圍의 壓力보다 水柱 5mm以上 높게 維持되어야 함을 뜻한다)

(4) 本質安全防爆型

(5) 特殊構造防爆型

5.2 防塵 防爆型 電動機(炭酸用 電動機): 發火度와 粉塵의 種類에 따라 分類하며 4.2의 <표 2>를 參照

5.3 NEC規格의 防爆型 電動機는 別途의 名稱이 없이 使用되는 周圍의 條件 (霧圍氣 GAS, Vapors 및 Ignitable dust 등)에 맞도록 設計 製作하기 때문에 다음의 例와 같이 表示한다.

• Explosion-Proof Motors for Class I, Group D, Division 1 Locations

• Explosion-Proof Motors for Class I, Group A, B, Division 2 Locations

6. 防爆型 電動機의 構造

위에서 言及한 바와 같이 防爆型 電動機는 使用場所의 條件과 雰圍氣GAS, 粉塵等에 따라 몇가지 種類로 나누고 있으며 이들 電動機의 構造, 接合部 또는 回轉軸의 틈새와 틈새의 길이, 各部의 沿面距離 및 絶緣空間距離等을 規程하고 있으며 特別 耐壓防爆型 電動機의 境遇 防爆性의 保수에 必要한 나사를 任意 解体하지 勿하도록 自물쇠식죄임(錠締構造)을 하고 있어 任意解体後 組立時는 防爆性의 低下 또는 消滅되기도 한다. 이와같은 構造 및 條件을 갖추어야 萬一의 事故로 因한 電動機의 燒損時에도 電動機内部에서 發生한 火災(불꽃) 및 溫度의 傳達이 爆發限界以下로 떨어진후 서서히 外部의 雰圍氣 GAS와 混合하여 爆發防止를 함으로써 事故時에는 電動機 自体만 燒損될뿐 周圍의 GAS 에는 全혀 影響을 끼치지 않도록 되어야 한다.

耐壓 防爆型과 安全増防煤型의 重要 構造는 다음과 같다.

6 · 1 耐壓防爆型

(1) Motor容器的 強度 (内部壓力-게이지壓)

폭발등급	내용적	20cm ³ 초과 100cm ³ 이하	100cm ³ 초과
	1	8 kgf/cm ² 이상	10kgf/cm ² 이상
2			
3	폭발시험에서 측정된 폭발압력의 1.5 배 이상. 단, 최소치는 위 수치와 동일		

(2) 틈새의 길이 및 틈새

(가) 정지부분 또는 드물게 움직이는 부분의 틈새길이 및 틈새의 허용차 (mm)

틈새의 길이 및 틈새	내용적	2cm ³ 초과 100cm ³ 이하	100cm ³ 초과 2000cm ³ 이하	2000cm ³ 초과	
	틈새길이의 허용 최소치		10	15	25
Bolt구멍까지의 최대거리		6	8	10	15
틈새의 허용 최대치	폭발등급				
	1	0.2	0.25	0.3	0.4
	2	0.1	0.15	0.2	0.25
3	*	*	*	*	

*는 폭발인화시험에서 화염이 일주하지 않는 최대 틈새의 50%로 함

(나) 회전축의 틈새의 길이 및 틈새의 허용치 (mm)

틈새의 길이 및 틈새	내용적 폭발등급	2cm ³ 초과 100cm ³ 이하	100cm ³ 초과 500cm ³ 이하	500cm ³ 초과
		틈새길이의 허용최소치	1, 2, 3	10
틈새허용의 최대치	1	0.3	0.45	0.45
	2	0.2	0.3	0.3
(지름차)	3	*	*	*

*는 폭발인화시험에서 火災이 일주하지 않는 최대틈새의 50%로 함

6 · 2 安全増防煤型

(1) 연면거리 및 절연공간거리의 최소치 (일반용방폭형 전동기)

정격전압 (V)	연면거리의 최소치 mm				절연공간거리의 최소치 mm
	a	b	c	d	
250	6	8	10	12	6
380	8	10	12	15	6
500	10	12	25	18	8
3000	45	60	75	90	36
6000	85	110	135	160	60

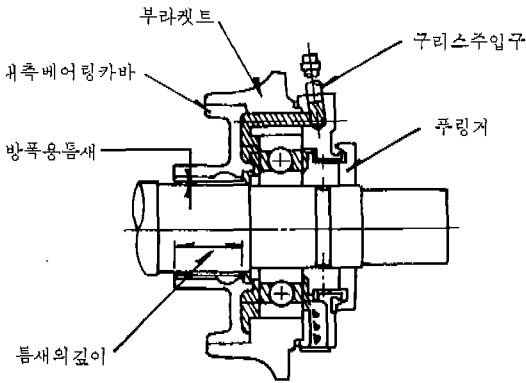
연면거리의 a b c d는 절연 재료의 종류에 따라 구분된다 (KS-C-0906참조)

(2) 구속시의 溫度上昇限度 (동상구속시간 10sec기준으로 한다.)

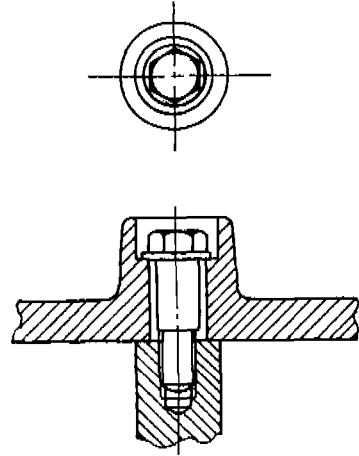
권선의 종류	절연종류	온도 상승 한도 (deg)		
		G ₁	G ₂	G ₃
고정자 및 회전자	E	135-θ	135-θ	135-θ
회전자	B	145-θ	145-θ	140-θ
회전자	F	170-θ	170-θ	140-θ
회전자	H	195-θ	195-θ	140-θ
농형의 회전 권선	권선	360-θ	230-θ	140-θ

A는 정격부하로 연속운전時의 각 권선의 溫度上昇値임

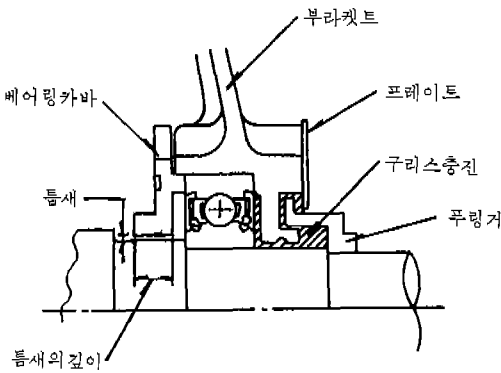
※ 防爆型 電動機 各部의 構造例



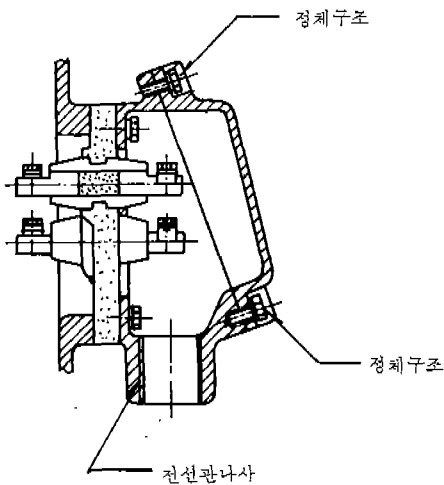
회전축과 베어링의 구조A



耐圧 방폭형의 정체구조예



회전축과 베어링의 구조B



내압스터드식 단자함구조의 예

7. 防爆型 電動機의 選定方法

爆發可能性이 있는 危險場所에서 使用되는 防爆型 電動機는 제 各各의 條件에 따라 여러가지의 防爆構造中에서 가장 適合한 構造의 電動機를 選定하여 使用할 必要가 있다. 例를 들면 Gasoline, Propane 등의 可燃性 GAS 또는 可燃性 液体의 蒸氣 (爆發性 gas)가 存在하는 石油化學 工場이거나 爆發性 및 可燃性, 粉塵, 粉體를 取扱하는 食品, 飼料 製造業, 穀物倉庫業 및 石炭粉을 使用하는 各種産業 또 Metane Gas나 炭의 粉塵이 發生하는 炭鑛의 炭坑 등은 모두 爆發危險이 常存하고 있다.

防爆型 電動機의 選定은 GAS나 蒸氣에 依한 一般 防爆型 電動機와 工場粉塵 (炭鑛用 包含)用 防爆型 電動機로 나누고 있으나 여기서는 GAS나 蒸氣에 依한 防爆 電動機의 選定要領에 對하여 記述코져 한다.

7-1 GAS나 蒸氣의 防爆 MOTOR

電動機를 設置할 場所 (芬圍氣)에서 다음과 같은 條件을 充分히 檢討하여 가장 適合한 電動機를 選定하는 것이 必要하다. 即

- GAS나 蒸氣의 種類, 發火度, 爆發等級 등을 잘 分類한다.
- 電動機의 設置場所가 危險場所의 어느 種類에 屬하는가를 區分한다 (GAS 發生 頻度 包含)
- GAS나 蒸氣의 密度 또는 濃度를 調査한다.

다음은 GAS나 蒸氣에 依한 防爆MOTOR의 選定 基準表이다.

〈表- 3〉 방폭형 전동기의 선정기준

발화도	폭발 등급	위험장소 폭발성 Gas의 종류	0 증 장소	1 증 장소			2 증 장소			
				안전증 e	내 압 f	내 압 d	안전증 e	내 압 f	내 압 d	
G 1 450°C 초과 (320°C)	1	아세톤, 암모니아, 에탄, 토루엔, 푸로판, 벤젠, 메탄, 메타놀, 초산, 초산에틸, 일산화탄소	(전 동 기 의 적 용 이 구 조 상 불 가 능 함)	(슬립 링 정류자 등이 있는 것은 적용하지 않음)						
		석탄GAS								
		수소, 수성 Gas								
G 2 300°C ~ 450°C (200°C)	1	에타놀, 이소아밀, 부탄, 초산, 1-부타놀								
		에틸렌, 에틸렌옥사이드								
		아세틸렌								
G 3 200°C ~ 300°C (120°C)	1	가솔린, 핵산								
		2								
		3								
G 4 135°C ~ 200°C (70°C)	1	아세트알데히드, 에틸에틸								
		2								
		3								
G 5 100°C ~ 135°C (40°C)	1	이황화탄소								
		2								
		3								

- (비고) 1. 발화도의 () 내 숫자는 외피표면온도 상승한도임
 2. 0 증 장소에서는 전동기의 적용이 구조상 불가능함
 3. 1 증 장소에서 안전증 방폭형 전동기는 되도록 피하는 것이 바람직하며 Slip Ring, 정류자가 있는 전동기는 적용불가능함
 4. □ 는 별도의 방폭구조(설비등)를 채용함이 경제상 유리함

7 · 2 · 粉塵에 對한 防爆 MOTOR

(4 · 2 의 表 2 를 參照바람)

7 · 3 防爆構造의 表示方法

GAS, 蒸氣 및 粉塵에 依해 細部 制限이 달라지므로 電動機의 防爆性能을 正確하게 決定하기 爲해서는 防爆構造의 對象이 되는 GAS의 爆發等級과 發火度의 順으로 다음과 같이 表示한다.

爆發等級에 關係없이 適用되는 構造의 電動機에 是 爆發等級의 記號를 省略한다.

〈表- 4〉 防爆構造의 表示方法

내 용 설 명	기 호
폭발등급, 발화도 G4에 속하는 폭발성 GAS를 대상으로 하는 내압 방폭형	d1G4
발화도 G3에 속하는 폭발성 GAS를 대상으로 하는 안전증 방폭형	eG3
아세틸렌계열(폭발등급 3)의 내압방폭형	fG3

8. 結 論

防爆型의 電動機나 電氣機器는 一般 機器와 달리 選定이나 設置等の 잘못으로 萬一 事故가 發生한다면 機器自體의 損傷뿐 아니라 엄청난 損害와 人命 損傷이 있을 수 있는 크나큰 問題인 것이다.

따라서 危險場所에서 使用될 防爆型 電動機의 選定은 여러가지의 條件을 檢討하여 嚴選하여야 되며 올바른 電動機를 選定하여야만 危險負擔없이 設備을 稼動시키고 實驗室, 工場을 運營할 수 있도록 되어 있다. 危險場所와 蒸氣 GAS, 蒸氣 粉塵等の 種類와 그 狀態, 頻度等の 把握 및 分類는 防爆型電

動機 使用者로서 相當히 重要하다. 周圍 條件에 맞는 防爆型 電動機의 選定責任은 使用者에게 있으며 電動機 製造者는 注文示方에 依한 製作責任이 있다 우리나라의 境遇도 이제 여러 種類의 防爆型 電動機를 生産하고 있으나 KS의 規格만 있을뿐 關係法規가 없다.

周圍條件에 맞는 防爆型 電氣機器의 選定과 設置 使用等の 安全에 關한 檢定基準을 法規化하여 資格을 所持한 사람만이 이를 行할 수 있도록 하여야 하고 또 公認試驗機關에서 防爆型 電氣機器의 試驗과 指導를 해줄 수 있는 여건이 國家의인 次元에서 마련되어야 하겠다.

• 消 息 •

지난해 政府투자기관 經營評價결과 韓電... 秀 · 優는 17개社

秀는 보너스 6백% · 優 5백50%

작년도 정부투자기관들의 경영평가결과가 밝혀졌다.

이평가 결과에 따라 25개 정부투자기관중 韓國電力은 올해 6백%의 보너스를 지급받게 됐고 나머지 나머지 기관들은 최고 5백50%밖에 받을 수 없게 됐다.

정부투자기관중 올해 보너스를 가장 적게 받게 되는 기관은 勤勞福祉公社로 4백50% 밖에 못받게 됐다.

15일 하오 경제기획원에서 열린 경영평가위원회(위원장 부총리)에 상정된 「정부투자기관 83년도 경영실적평가」에 따르면 가스公社를 제외한 24개 정부투자기관중 秀(95~1백점)를 받은기관은 韓電뿐이고 優(90~95점미만)는 産業銀行등 4개국적은행과 石炭公社등 13개기관등 모두 17개기관, 美(85~90점미만)는 證卷去來所등 5개기관, 良은 勤勞福祉公社 1개기관이 각각 받았다.

정부는 정부투자기관의 경영실적 제고를 위해 지난해부터 전년의 영업실적을 기준으로 6백%의 보너스 가운데 3백%는 균등하게, 나머지 3백%에 대해서는 50%씩 차등지급하고 있는데 秀로 판정받은 기관은 일반보너스 3백%에 차등지급되는 보너스 3백%를 합쳐 연간 6백%를 받게되며 優는 일반보너스 3백%에 차등지급보너스 2백50%를 합쳐 5백50%를, 美는 3백%에 2백%를 합친 5백%를, 良은 3백%에 1백50%를 합친 4백50%를, 可는 3백%에 1백%를 합친 4백%를 각각 받게돼 결국 경영실적이 가장 좋은 기관과 가장 나쁜 기관과의 보너스차는 2백%가 된다.

가스公社의 경우는 지난해 8월 설립됐기 때문에 경영평가의 기준이 되는 예년의 영업실적이 없어 올해 보너스를 5백%만 지급키로 했다.

이번에 경영실적평가에서 秀를 받

한 韓電은 전력판매량이 급증한데다 原電동 원가절감요인이 겹쳐 수익성이 예년에 비해 크게 호전될 것으로 밝혀졌다.

良으로 판정받은 勤勞福祉公社의 경우는 일반의료기관들에 비해 경쟁력이 크게 뛰지는데다 전문인력도 부족, 영업실적이 상당히 부진한 것으로 나타났다.

이날 경영평가위원회에 상정된 83년도 경영실적은 대학교수 8명, 연구기관 6명, 공인회계사 13명등 27명으로 구성된 경영평가단에 의해 객관성있게 평가된 것이다.

기관별 경영평가등급은 다음과 같다.

▲秀=韓電 ▲優=産銀 中小企業銀 國民銀 住宅銀 造幣公社 石炭公社 鐵振公 油開公 道公 住公 産業基地 開發公社 土開公 農振公 農開公 電氣通信公社 放送公社(KBS) 國定教科書 ▲美=證卷去來所 綜合化學 寶公(KOTRA) 觀光公社 ▲良=勤勞福祉公社