船用 DIESEL 機關에 使用하는 Hydraulic Governor에 對한 一般的 考察과 實驗 硏究

金 勇 成

Studies and Experiments on the Hydraulic Governor of the Marine Diesel Engine

Kim Yong Sung

차 례

Ⅰ 머리말 ……(1)
Ⅱ 調速理論 ……(2)
1 Flywheel
2 Gevernor
3 Governor의 종류
4 Hartnell Governor
5 Governor의 安定性
Ⅲ Hydraulic Governor의 構造와 作動 …(11)
1 Governor의 特性
2 重要 element
3 作動
Ⅳ Hydraulic Governor의 管理法……(18)
1 Oil level이 낮을때
2 Governor mechanism 또는 Link가 固着되었을때
3 Gonernor의 調整이 不良할때
4 Drive Shaft의 故障
5 Drive Gear의 clearance가 不適當할때
6 Oil seal이 샐때
7 Governor oil에 거품이 이러날때
Ⅴ Hydraulic Governor의 實驗……(25)
1 實驗裝置
2 實驗
Ⅵ 結 論 ……(32)

Ⅰ. 머 리 말

科學이 發達함에 따라 船舶의 機關에도 從前의 大型低速機關부터 小型高速機關으로 變貌하여, 重量의 輕減과 아울러 容積의 縮少를 招來하고 貨客의 收容力을 增大하기에 이르렀다.

이러한 傾向은 舶用 Diesel 機關에서 特히 顯著하게 나타나며 解放후 우리나라에 導入된 船舶의 大部分이 高速 Diesel 機關을 採用하고 있다.

이들 機關의 特徵은

1. Balancing 關係 : Vibration Damper의 採用
2. Reversing 關係 : 直接逆轉裝置 代身 여러가지 形態의 Reversing-reduction Gear를 採用
3. Supercharging 關係 : 排氣 Gas Blower 나 Roots Blower 의 採用
4. Governing 關係 : Hydraulic Governor의 採用
5. Scavenging 關係 : Uniflow system의 採用

등 여러가지가 있다.

여기서는 이中에서 governing 關係만을 取扱하였다. 元來 Governor는 緻密한 頭腦的役割를 하는 것으로 機關의 모든動作部分은 完全한대도 不拘하고 Governor의 故障으로 機關이 제대로 動作못하는 例가 許多하며 MOTOR SHIP가 導入되던 初期에는 Governor取扱이 疎忽하여 一大騷動이 이러나는가하면 怯이나서 손도못대여 出航이 느저지는등의 웃지못할 nonsense도 있었다. Governor의 種類는 多種多樣으로 그中 가장 優秀한 것이 Hydraulic Governor이며 美國의 Woodward Governor會社製는 그 代表的인 것이다. 有名한 西獨製 M. A. N. 機關도 Governor는 Woodward것을 使用하는 例가 많다. 지금까지의 經驗上 學生들이 Governor에 對한 理解를 充分히 못하고 있기때문에 여기에 Hydaulic Governor에 對한一般的考察 卽간단한理論과 構造 動作및 管理등에 對해 獨自的인 見地에서 記述하고, 아울러 Governor Test Stand를 利用하여 Speeder Spring이 speed droop에 미지는 影響, compensation과 hunting의 關係등을 實驗硏究하였다.

Ⅱ 調 速 理 論

1. Flywheel ①

DIESEL 機關은 한 cycle 中에 發生하는 energy의 變動이 크므로 한 cycle 中의 各 crank 位置에서의 回轉 moment의 變動이 크고 따라서 回轉角速度도 한 cycle 中에 周期的으로 큰變動이 생긴다 이 變動은 Single Cylinder, 4 cycle 機關에서 더욱 심하게 나타난다. Fig 1은 各 stroke中에 이러나는 回轉 moment의 變化를 그린 것이고 Fig 2는 6 cyinder, 4 cycle의 週期的인 變化를 나타냈다.

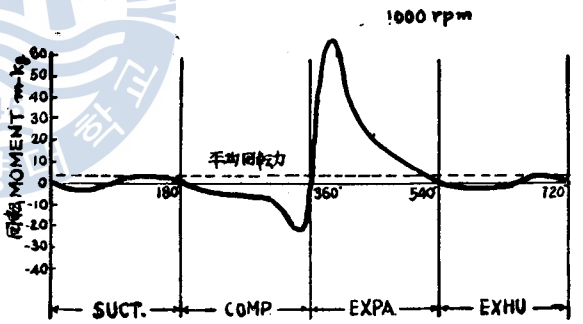

Fig 1

지금 한 cycle 에서의 energy 를 E라하고 energy의 過不足의 最大量을 ΔE, 速度의 最大最小値를 ω_1, ω_2라면

$$\Delta E=\frac{1}{2}I(\omega_2^2-\omega_1^2) \qquad \cdots\cdots(1)$$

I : 慣性 moment

平均速度 ω_m는

$$\omega_m=\frac{\omega_2+\omega_1}{2}$$

이므로 平均 運動 energy 는

$$E_m=\frac{1}{2}I\,\omega_m^2 \qquad \cdots\cdots(2)$$

$$(\omega_2^2-\omega_1^2)=(\omega_2-\omega_1)(\omega_2+\omega_1)=\frac{2(\omega_2-\omega_1)}{\omega_m}\omega_m^2$$

의 關係부터

(1)式은 $$2\frac{\omega_2-\omega_1}{\omega_m}\omega_m^2=\frac{\Delta E}{\frac{1}{2}I} \cdots\cdots(3)$$

(2)와(3)式부터

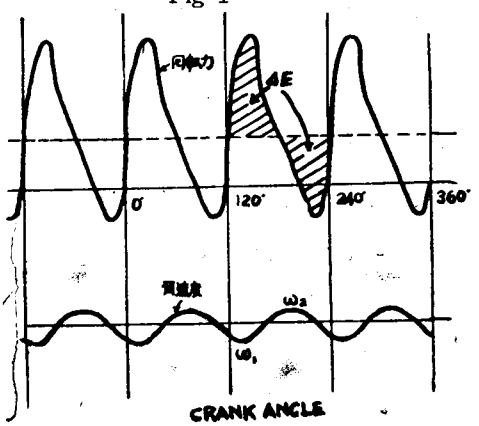

Fig 2

dCollection

$$\frac{\omega_2-\omega_1}{\omega_m}=\frac{\Delta E}{2E_m} \qquad \cdots\cdots(4)$$

$\frac{\omega_2-\omega_1}{\omega_m}=\delta$ 速度變動率

$\frac{\Delta E}{E}=\zeta$ energy 變動率

$E_m=\frac{\Delta E}{2\delta}=\frac{1}{2}\mathrm{I}\ \omega_m^2$

$\mathrm{I}=\frac{\zeta E}{\delta\omega_m^2}$ $\cdots\cdots(5)$

energy의 變動(ζ)이 클수록 Flywheel의 慣性 moment(I)가 커야하고 速度變動率(δ)이 같다면 速度變動을 적기하기위해 慣性 moment가 커야한다

δ의 값은 다음과 같다

船舶用 ..... $\frac{1}{5}$

直流發電機直結用 ..... $\frac{1}{80}\sim\frac{1}{100}$

交流發電機直結用 ..... $\frac{1}{125}\sim\frac{1}{250}$

이와같이 한 cycle中에 이러나는 速度變動은 Flywheel 로서 어느限度內로 制限하여 調速의 役割를 한다.

2. Governor[2]

Flywheel 는 한 cycle 中의 調速作用을 하지만 Governor는 여러 cycle 을 通한 調速作用을 한다. 卽 速度의 增減을 願할때든가, 外部負荷의 變動에 따라 回轉速度의 變化를 될수있는限 적게하기 위해 機關에 供給되는 fuel의 量을 調節한다.

調速法에는 다음과 같은 여러가지가 있다.

A. Hit and Miss Governing

燒球機關과 같은 小型機關에 採用되며 回轉數가 어느 限度內에서는 Fig 3에서 Governor의 Spring

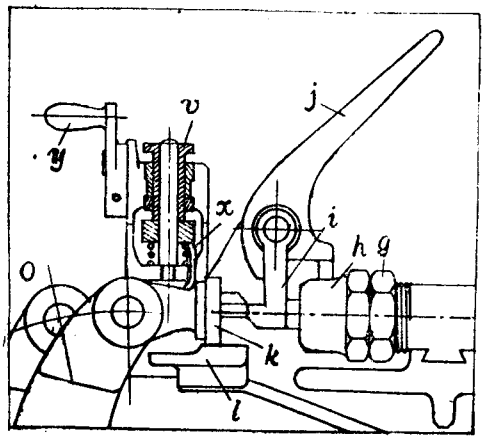

Fig 3

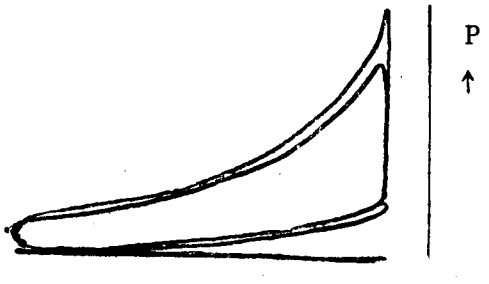

Fig 4

dCollection

(x)의 힘으로 Crank 軸부터 運動되는 Pecker (k) 는 Guide (l) 위을 水平往復運動하여 (i)를 거쳐 Fuel Pump의 Plunger를 찍지만 規定回轉以上으로되면 Pecker 는 慣性이 커져 Spring의 힘에 이겨 Guide 위에서 뛰어 Plunger를 못찍게된다. 이리하여 한 cycle 또는 數 cycle 間은 爆發이 이러나지않고 回轉數가 떠러지게되면 다시 爆發을 하게된다. Fig4은 이러한 機關의 Indicater Diagram이다. 燃料를 浪費않으므로 熱効率이 높다

B. Quantitative or Throttle Governing

Gasoline 機關이나 Gas 機關에 採用되며 fuel와 空氣와의 混合比를 一定하게 維持한다. 負荷가 적어져 回轉數가 높아지면 混合氣의 流入量이 적어지므로 Cylinder 內에서의 壓縮壓力이 내리는 同時에 爆發力이 弱해져서 機關과 負荷사이에 balance가 이루어진다. 每 cycle에 반드시 爆發을 하므로 回轉速度의 變化가 적지만 throttling 할때 壓縮壓力이 떠러지고 燃燒도 緩慢하게 되여 熱効率이 低下된다. Fig 5 는 이러한 機關의 Indicator Diagram이다.

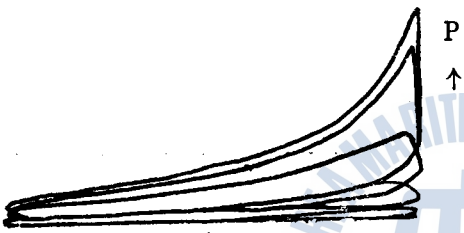

Fig 5

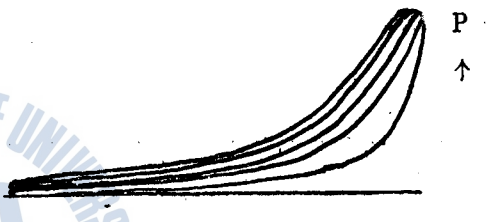

Fig 6

C. Qualitive Governing

Governor 가 作用하게되면 空氣의 流入量은 그냥두고 fuel의 量만을 調整하므로 壓縮壓力은 同一하지만 機關의 出力이 增減한다. Diesel 機關에서는 이와같은 Governing을 하며 Fig 6 은 이러한機關의 Indicator Diagram이다.

3. Governor는 다음과 같이 分類할수있다

(A) 動作流体의 有無에의해

(1) Mechanical Governor

動作流体없이 直接 Govermor의 動作을 機關에 傳하는 것으로 큰힘을 낸냐며는 大型化해야하고 mechanical friction이 크다. 直接 Governor 라고도 한다.

(2) Hydraulic Governor

動作流体로서 滑滑油를 使用하며 friction 이 적고, 小型이라도 큰힘을 낼 수 있다. 現在使用되고 있는 capacity는 數 inch pound 부터 20 foot pound 것이 있다. 間接 Governor라고도 한다.

(B) 慣性力의 利用方向에의해

(1) Inertia Governor

運動軌跡의 接線方向의 加速度에의 한 慣性力을 利用한것. 高速回轉에은 使用이 困難하며 Hit and miss governor 는 그 一種이다.

dCollection

(2) Centrifugal Governor

遠心力의 變動을 利用한것으로 Spring의 有無에 따라

ㄱ. Conical Pendulum Type

Pendulum 또는 Weight에 加해지는 重力과 遠心力의 關係로서 그 位置가 定해지며 一般的으로 高速回轉에는 不適當하고, Link를 많이 使用하므로 마찰이 커지며 큰힘을 낼냐며는 大型으로 된다. Watt, Porter 及 Proell Governor 는 이에 屬한다.

ㄴ. Spring Controlled Type ⑤

Coil Spring을 利用한 것으로 小型, 高速回轉인것, 또는 振動에 의한 重力의加速度 g 의 變化가 있으면 좋지않는곳 卽 內燃機關, Propellerr 等에 適合하다. Hartnell Governor 는 이것의 一種이다.

(C) Control 하는 對象에 따라 ⑥

(1) Constant Speed Governor

no load에서 full load 까지 같은 機關速度를 維持하는 Governor.

(2) Variable Speed Governor

idle speed 부터 最高速度까지 사이에서 願하는 速度를 維持하는 Governor

(3) Speed Limiting Governor

最低速度와 最高速度를 制限하던가 또는 最高速度만을 制限하는 Governor

(4) Load Limiting Governor

여러 速度에서 機關이 받을 수 있는 load를 制限하는 Governor

4. Hartnell Governor ⑦ (Fig 7)

現在 船舶에 使用하고 있는 Governor 는 Hartnell Type Hydraulic Governor 이므로 우선 Hartnell type mechanical governor의 特性부터 硏究해보자.

Governor 의 特性은 回轉速度의 變化와 Sleeve 의 移動 間의 關係로서 나타내며 Flyball 의 中心에 作用하는 遠心力 C를 縱軸에 回轉軸의 中心부터 Fly-ball의 重心까지의 거리 r를 橫軸으로 나타낸 曲線을 Governor 의 特性曲線 또는 C曲線이라고 한다(Fig 8)

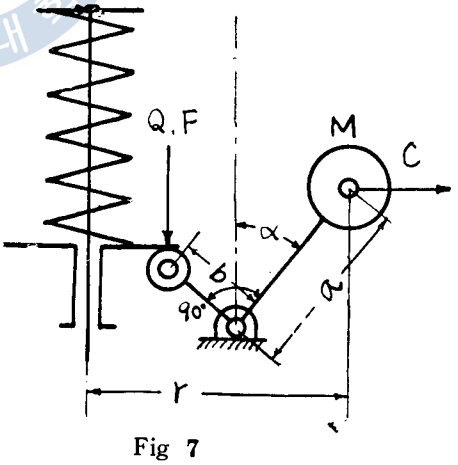

Fig 7

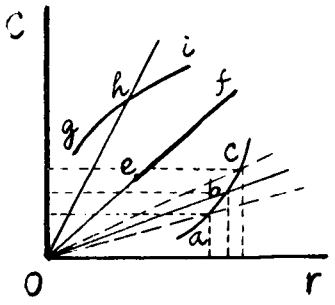

Fig 8

지금 어느定格의 速度에 對해 ob의 直線이 對應한다면 이보다 速度가 커지면 oc와같이 r가 커지고 速度가 적어지면 oa와 같이 r가 적어진다. 이 C曲線 abc에 對해서는 어느곳에서나 위와같은 速度와 r의 關係가 成立되므로 r가커지면 fuel 量이 적어지고 r가

dCollection

적어지면 fuel 量이 많아지도록 裝置해 두면 된다. 그러나 ghi 曲線과 같이 原点을 通하는 直線을 지나면 速度가 커질수록 r가 적어져 fuel量을 많이 보내게되여 더욱 速度가 增加한다. 이와같이 速度의 增減에 의해 r가 減少하는 範圍를 不安定이라하며 普通은 Overspeed Trip 外는 使用에 適合치 않다. 이와反對로 前者와 같은 경우를 安定이라한다. 萬一 C曲線이 原点을 通하는 直線이라면 어느 特定한 速度에 對해 r의 어떠한 位置에서도 Flyball은 balance한다. 卽 位置가 定해지지 않으므로 無定位라 한다. 이때는 그 特定速度外에서는 全然 힘의 balance는 成立되지 않으므로 定速이라한다.

Hartnell Governor의 C曲線은

Flyball 의 무게에 該當하는 部分 C_w, Sleeve 에 作用하는 重力에 該當하는部分 C_q 及 Spring 힘에 該當하는 部分 C_f 으로 나누어 $C=C_w+C_q+C_f$ 로 表示하면

$$C_l\ a\cos\alpha=Qb\cos\alpha \quad \cdots\cdots(6)$$

$$C_q=Qb/a=\text{一定} \quad \cdots\cdots(7)$$

$$C_f=Fb/a=(F_o+ky)b/a\ (\text{直線狀}) \quad \cdots\cdots(8)$$

$$C_w=-W\tan\alpha \quad \cdots\cdots(9)$$

여기서 F는 Spring힘. F_o는 初期壓縮力. k는 spring constant, y는 Sleeve의 變位이다.

Flyfall의 重心M의 軸부터의 거리를 r, Flyball이 normal位置 (垂直)일때를 r_o, 이 位置에 對應하는 sleeve의 變位를 y_o라면

$$\alpha=(r-r_o)/a\fallingdotseq\tan\alpha \quad \cdots\cdots(10)$$

$$y=y_o+b\sin\alpha\fallingdotseq y_o+(r-r_o)b/a \quad \cdots\cdots(11)$$

의 關係부터

$$\begin{aligned}C&=C_q+C_f+C_w\\&=Qb/a+\{F_o+ky_o+k(r-r_o)b/a\}b/a-W(r-r_o)/a\\&=\{k(b/a)^2-W/a\}r+\{Q+F_o+ky_o-kr_o(b/a)\}(b/a)+Wr_o/a\end{aligned} \quad \cdots\cdots(12)$$

로되고 安定의 條件은

$$\{Q+F_o+ky_o-kr_o(b/a)\}(b/a)+Wr_o/a>0$$

이며 C曲線은 거이 直線으로 된다.

5. Governor 의 安定性[8]

Fig 9 은 Hartnell Governor로서 Diesel Engine 의 各 Cyinder에 噴射되는 fuel 量을 加減하여 機關의 回轉速度를 一定하게 維持하는 系統圖이다.

Governor과 機關의 두部分으로 나누어 各運動方程式을 만들고 두個을 聯立하여 全系統에 의한 運動을 알고 調速作用의 良否를 判斷한다.

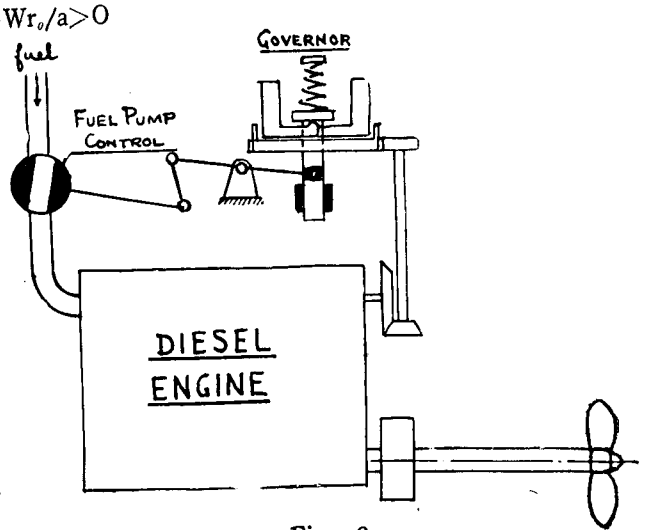

Fig. 9

Governor 及 機關의 運動은 復雜하지만 單純하게 생각하여 Governor 는 機關의 速度가 增加하면 Flyball의 回轉速度도 커지고 遠心力이 增加하기 때문에 Pilot Valve 는 위로 움지기고 Power Piston 로 噴射되는 fuel 의 量을 주리도록 Fuel Pump 를 調整한다. Pilot Valve 에 全 Governor 의 等價質量이 集中되었다고 생각하여 記號를 다음과 같이 定한다.

m=Governor 의 運動을 Pilot Valve 의 運動에 集中시킨 等價質量=w/g

k=Governor 의 spring constant

c=Governor 의 減衰定數

y=Governor 의 Pilot Valve 의 變位 (어느 load 때 定한規準의 位置부터 fuel on 의 方向을 十로 잡는다.

φ=機關의 回轉角, $d\varphi/dt$: 機關의 回轉速度(어느 load 때 定한規準 速度에 대해 增加를 十로 잡한다)

A=機關速度가 1 rad/s 增加하므로서 Governor 의 Pilot Valve 에 위로 作用하는 힘

Governor 의 運動方程式은

$$m\frac{d^2y}{dt^2}+c\frac{dy}{dt}+ky=A\frac{d\varphi}{dt} \qquad \cdots\cdots\cdots\cdots(13)$$

Diesel Engine 에서는 復元 spring 의 作用은 特別히 생각할수없고 또 減衰作用은 存在하지마는 機關의 出力에 比하면 문제가 되지않으므로 省略하여 記號를

J=機關의 運動体全部의 等價慣性 moment

B=Governer 의 Pilot Valve 가 1 cm 내리가는데 따른 機關의 torque 의 增加

와 같이 定하면 Diesel 機關의 運動方程式은

$$J=\frac{d^2\varphi}{dt^2}=-By \qquad \cdots\cdots\cdots(14)$$

이고

(13) (14)式이 運動을 나타내는 聯立微分方程式이 된다.

지금 어떠한 作用으로 機關의 回轉速度가 規定한 값보다 많어지면 Governor가 作動하여 fuel를 적게 보내준다. 그러나 慣性이 있어 回轉速度가 規定한 값에서 固定되지 못하고 더욱 내리간다. 그러면 이번에는 fuel 를 많이보내도록 Governor 가 作用하여 回轉速度가 지나치게 올라간다. 이와같이 慣性이 存在하기 때문에 이 system 에 振動이 이러날수가 있다. 이 振動은 强制振動이 아니고. 이 system 의 自己振動이다. 그러므로 위의 聯立方程式의 運動의 解는 q를 固有振動數라면

$$e^{pt}\cos qt$$

의 形態이여야한다. p는 減衰를 나타내는 指數로서 윗것을 指數로서 나타내면

$$e^{(p+iq)t}\equiv e^{st}$$

이 方程式의 解로서

$$\left.\begin{aligned} y&=y_0e^{st}\\ \varphi&=\varphi_0e^{st}\end{aligned}\right\} \qquad \cdots\cdots\cdots(15)$$

를 假定한다. (15)式을 (13)式와 (14)式에 代入하여 e^{st}를 消去하면

dCollection

$$\left.\begin{aligned}(ms^2+cs+k)y_o-As\varphi_o=0\\ By_o+Js^2\varphi_o=0\end{aligned}\right\} \quad \cdots\cdots(16)$$

이式이 同時에 成立하고 y_o, φ_o 의 解가 存在하기 위해서는

$$s^3+\frac{c}{m}s^2+\frac{k}{m}s+\frac{AB}{mJ}=0 \quad \cdots\cdots(17)$$

이야한다. 이것이 全体 system 에 대한 振動方程式이다.

여기서 이와같은 式을 一般的으로 考察하기위해

$$s^3+D_2s^2+D_1s+D_o=0 \quad \cdots\cdots(18)$$

로 고쳐쓰고 그根을 S_1, S_2, S_3라면

$$(s-s_1)(s-s_2)(s-s_3)=0 \quad \cdots\cdots(19)$$

卽 $$s^3-(s_1+s_2+s_3)s^2+(s_1s_2+s_2s_3+s_3s_1)s-s_1s_2s_3=0 \quad \cdots\cdots(20)$$

이므로 (18)式의 各係數는

$$\left.\begin{aligned}D_2&=-(s_1+s_2+s_3)\\ D_1&=s_1s_2+s_2s_3+s_3s_1\\ D_0&=-s_1s_2s_3\end{aligned}\right\} \quad \cdots\cdots(21)$$

의關係가 있다.

3次式의 세根 s_1, s_2, s_3의 하나는 언제나 實數로 他의 두根은 모다 實數 또는 共軛複素數이므로 다음과 같이 쓴다.

$$\left.\begin{aligned}s_1&=p_1\\ s_2&=p_2+jq_2\\ s_3&=p_2-jq_2\end{aligned}\right\} \quad \cdots\cdots(22)$$

이 값을 (21)式에 넣으면

$$D_2=-(p_1+2q_2) \quad \cdots\cdots(23\text{-}a)$$

$$D_1=2p_1p_2+p^2{}_2+q_2{}^2 \quad \cdots\cdots(23\text{-}b)$$

$$D_0=-p_1(p_2{}^2+q_2{}^2) \quad \cdots\cdots(23\text{-}c)$$

이된다.

이 式에서 q는 振動數, p는 振幅의 增減을 나타내는 指數로서 p의 값이 —이면 振幅은 時間에 따라 減衰하지만 +이면 振幅은 時間에 따라 增大하게 된다. 卽 어떠한 原因으로 system에 turbulence가 이러나 振動을 始作하며는 回轉速度는 規定의값부터 점점 머러져 Governor의 存在價値가 없어지므로 Governor의 機能을 正常하게 發揮할냐며는 적어도 p가 —이야한다.

(23)式에서 p_1, p_2가 —일냐며는 (23)式은 모다 + 이여야 한다.

(23—c)式의 關係부터 D_o가 +이며는 p_1는 —이므로 p_1에 對해서는 위의 條件만으로 되지만 他의 (23—a), (23—b) 두式은 D_2, D_1 이 +일때 언제나 p_2 가 —라고는 할수없고 p_2 가 —로되는 條件을 더욱 생각하기 위해 p_2 가 +—의 境界 0일때를 보면

KOREA MARITIME UNIVERSITY 한국해양대학교 1945

dCollection

$$\left.\begin{aligned} D_2&=-p_1 \\ D_1&=q_2^2 \\ D_0&=-p_1q_2^2 \end{aligned}\right\} \quad \cdots\cdots\cdots(24)$$

이므로

$$D_0=D_1D_2$$

의關係가 있다. 그러므로 p_2 가 0이 아니고 —면

$$D_0 \gtrless D_1D_2$$

의 두 경우중의 하나이다. 이 不等號의 어느경우에 —가 되는가를 알기위해 可量 $s_1=-1$, $s_2=-1+j$, $s_3=-1-j$ 의 解가 있다고하고 이것을 (24)式에 代入해 보면 $D_2=3, D_1=4, D_0=0$ 이므로

$$D_0<D_1D_2 \quad \cdots\cdots\cdots(25)$$

로되며 p_2 가 —일냐며는 윗式이 成立해야한다.

以上을 綜合하여 p_1, p_2 가 —일냐며는 $D_2>0$, $D_1>0$, $D_0>0$ 이고 또 $D_0>D_1D_2$ 이야한다. 여기에

$$D_2=\frac{s}{m} \quad D_1=\frac{k}{m} \quad D_0=\frac{AB}{mJ}$$

이므로, (17)式으로 도라가 p_1, p_2 가 —일냐며는

$$\frac{c}{m}>0, \quad \frac{k}{m}>0, \quad \frac{AB}{mJ}>0 \text{ 이고, 또 } \frac{AB}{J}<\frac{ck}{m} \quad \cdots\cdots\cdots(26)$$

가 成立해야한다. 이 最後의 條件을 고쳐쓰면

$$C>\frac{ABm}{Jk} \quad \cdots\cdots\cdots(27)$$

로서 이 system에 +의 減衰定數 c가 存在한다는 것 만으로서 不足하고, (27)式을 滿足하는 것이야 한다. 萬一 c가 定해져서 變更하지 못할때는 A, B, m를 적게하고 J, k를 크게해야한다. J가 큰것이 減衰에는 有効하지만 이것은 機關에의해 定해 있는것이다. m와 k는 어느程度變更할 수 있는 項이다. 또 A, B를 적게하면 減衰에 有効하지만 A, B는 Governor 의 sensibility를 나타내는 定數로서 이것이 적으면 sensibility 가 不良하다는 것을 말한다. 그러므로 sensibility 를 좋게하면 振動이 많아지고 sensibility 를 나쁘게하면 Governor 로서의 役割를 못하게 된다.

Governor 을 갖는 Diesel 機關의 system 에 어느程度以上의 減衰作用을 包含해있지않으면 强制振動이 作用하지 않어도 振動이 점점커진다. 卽 自勵振動을 이루기게된다. 勿論 어떠한 energy 없이는 振動이 크게되지는 않겠지만 機關의 出力에 比해 Governor 를 動作시키는 energy 는 問題않되리만큼 적으며 振動的要素를 包含않는 動力源부터 自身이 振動的으로 動作하도록 energy 를 가져가는데 特徵이 있다.

自勵振動에 대해 說明하기 前에 强制振動[9]을 생각해 보면 强制振動의 運動方程式은

$$m\frac{d^2y}{dt^2}+c\frac{dy}{dt}+ky=F_0\sin\omega t \quad \cdots\cdots\cdots(28)$$

이며 어떠한 方法으로 運動을 멈추더라도 右邊의 强制振動力은 그냥 남는 項이다

右邊을 0로 놓으면 減衰自由振動의 式이 된다.

$$m\frac{d^2y}{dt^2}+c\frac{dy}{dt}+ky=0 \quad \cdots\cdots\cdots(29)$$

dCollection

의 一般解는

$$y=C_1e^{r_1t}+C_2e^{r_2t} \qquad \cdots\cdots(30)$$

但 C_1, C_2 : 任意常數

r_1, r_2는 方程式

$$mr^2+cr+k=o \qquad \cdots\cdots(31)$$

의 解이다. 卽

$$r_1, r_2=-\frac{c}{2m}\pm\sqrt{\left(\frac{c}{2m}\right)^2-\frac{k}{m}} \qquad \cdots\cdots(32)$$

r가 實數인가 複素數인가에 따라 (30)式의 形은 달나진다.

(1) $\left(\frac{c}{2m}\right)^2>\frac{k}{m}$ 일때

r_1, r_2는 모다 —의 實數이므로 e^{r_1t}나 e^{r_2t}는 Fig 10 와 같이 減少하는 指數曲線이되고, (30)式은 그 合이된다. 이때는 振動이 아니고 無周期運動으로 減衰效果가 Spring 效果에 比해 지나치게 크므로서 생긴다. 卽 over damping 이다.

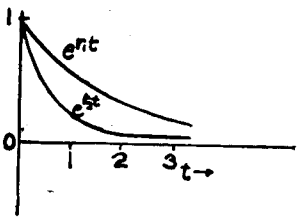

Fig 10

(2) $\left(\frac{c}{2m}\right)^2<\frac{k}{m}$ 일때

$$r_1, r_2=-\frac{c}{2m}\pm i\sqrt{\frac{k}{m}-\left(\frac{c}{2m}\right)^2} \qquad \cdots\cdots(33)$$

로서 虛數가 있으므로 解에는 $e^{i\alpha t}$가 包有된다.

$$e^{i\alpha}=\cos\alpha+i\sin\alpha \qquad \cdots\cdots(34)$$

의關係가 있으므로 (30)式은

$$y=e^{-\frac{c}{2m}t}\{C_1(\cos qt+i\sin qt+)+C_2(\cos qt-i\sin qt)\}$$

$$=e^{-\frac{c}{2m}t}\{(C_1+C_2)\cos qt+(iC_1-iC_2)\sin qt\}$$

$$=e^{-\frac{c}{2m}t}(C_1'\cos qt+C_2'\sin qt) \qquad \cdots\cdots(35)$$

여기에 $$q=\sqrt{\frac{k}{m}-\left(\frac{c}{2m}\right)^2} \qquad \cdots\cdots(36)$$

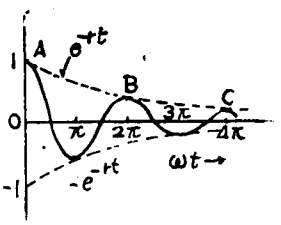

Fig 11

이解는 減少하는 指數曲線과 調和曲線의 組合으로서 Fig 11와 같이 $e^{-\frac{c}{2m}t}$와 $-e^{-\frac{c}{2m}t}$ 사이를 減少하면서 振動하는曲線 卽減衰振動이 된다. 이때는 under damping이다.

(3) $\left(\frac{c}{2m}\right)^2=\frac{k}{m}$ 일때

$$r_1, r_2=-\frac{c}{2m} \qquad \cdots\cdots(37)$$

로서 實數의 等根이므로 無周期이지만 이것을 境界로서 조금만 減衰가 적어도 振動이 된다.

$$\left(\frac{c}{2m}\right)^2=\frac{k}{m}=\omega_n^2 \qquad \cdots\cdots(38)$$

일때의 減衰定數 c는 Critical damping constant로서 Critical damping의 狀態를 나타낸다.

自勵振動의 運動方程式은 —의減衰定數를 갖는 自由振動 卽 (29)式부터

$$m\frac{d^2y}{dt^2}-c\frac{dy}{dt}+ky=o \qquad \cdots\cdots(39)$$

로 생각할 수 있다. 運動中 $-c\frac{dy}{dt}$는 減振이 아니고 增振으로서 作用한다. 卽 hunting 이 이러나

dCollection

게 된다. 그러나 運動이 멎으면 모든것은 同時에 없어진다.

(39)式의 解는

$$y=e^{+\frac{c}{2m}t}(C_1\cos qt+C_2\sin qt)\cdots(40)$$

로되고 Fig12와 같이 時間에 따라 增大한다. 그러나 實際에는 振幅이 增大함에 따라 +의 制振作用이 크게 作用하게되여 Fig13와 같이 一定한 振幅을 維持한다.

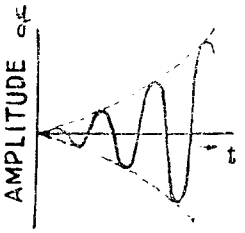

Fig 12

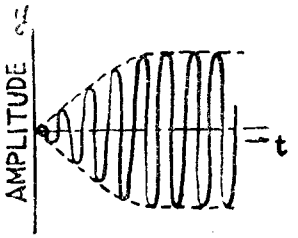

Fig 13

Ⅲ Hydraulic Governor의 構造와 作動[10]

1. Governor의 特性에는 다음것이 있다.

1. speed droop

Governor 의 調整을 變更하지않고 no lood 에서 full load 로 增加하메따라 機關의 速度가 떠러지는 것을 말하며 r.p.m.나 定格速度에 대한 persent 로 나타낸다.

2. Isochronism

load 에는 關係없이 機關의 速度가 꼭 一定한것 卽 speed droop 가 zero인 경우이다.

3. Hunting

Governor 의 over control 때문에 이러나며 願하는 速度보다 늦어지고 빨나지는 機關速度의 繼續的인 波動運動을 말한다.

4. Stability

hunting이 이러나지 않고 願하는 機關速度를 維持하는 Governor 의 能力으로서 高度의 stability 이란 dead-beat governoring 卽 over correct 가 이러나지 않을것을 말한다.

5. Sensitivity

Governor 가 fuel control 의 矯正運動을 이르키기 前에 要求되는 速度變化의 persent 이다.

6. Promptness

Governor 가 어느 signal 에 대한 Governor 의 response 速度를 말하며 Governor 의 power 에 따라 다르다, power 가 클수록 抵抗에 이기는 時間이 짧어진다.

Mechanical Governor 에는 다음과 같은 欠点 卽,

1. speed sensitiue element 가 engine speed control 를 움지기는 힘까지 具備해야 하므로 自然히 sensitivity 가 低下한다.
2. Mechanical Governor 를 크게 만들지 않은 以上 그힘은 아주적다.
3. 構造上 speed droop 가 不可避하므로 正確한 速度가 要求되는 交流發電機의 運轉에는 適當치 못하다.

등이 있으며, Hydraulic Governor 를 使用하므로서 以上의 問題를 解決할 수가 있다.

Hydraulic Governor 에는 單純한 speed droop type 부터 複雜한 isochronous 또는 constant speed

dCollection

type 의 여러型이 있고, 또 Woodward, Pickering, Massey, Marguette 등 여러製作會社의 製品이 있다. 代表的인 Woodward UG 8 Governor(isochronous type)를 살펴 보자.

Fig 14는 外面圖로서 다음과 같은 重要 Element 로 되여있다.

2. 重要 Element

1. Speed control mechanism(Synchronizer)
2. Oil supply mechanism
3. Flyball mechanism
4. Compensating mechanism
5. Speed droop control
6. Load limit control
7. Power piston

으로 되여 있다.

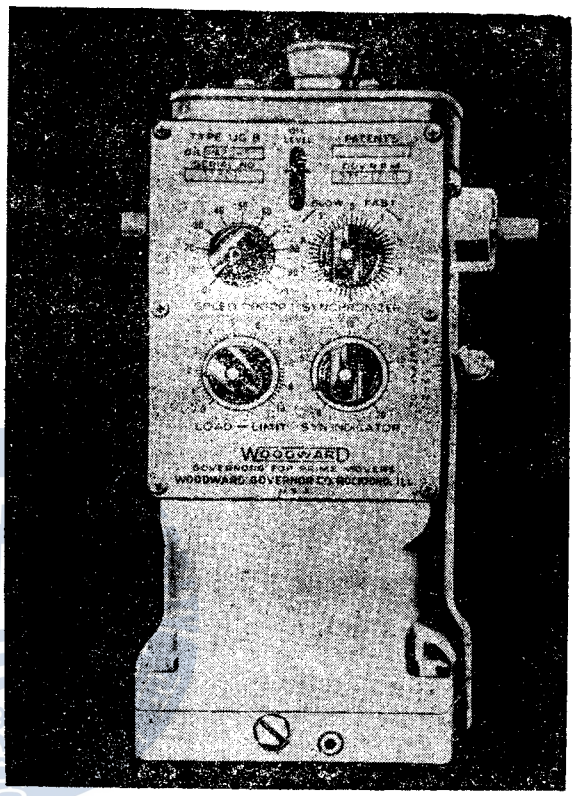

Fig. 14

Sychronizer 는 單獨運轉할때 機關의 速度를 變更하는데 使用하던가 또는 만 機關과 平列運轉하고 있을때 機關의 load를 變更하는데 使用된다.

Synchronizing Motor 를 Governor 의 Cover에 設置하여 Remote Speed Control 할수도있다. Motor는 Split Field의 直捲, 逆轉可能型으로, Motor 軸과 Synchronizer Control Gear 사이에는 Slip Coupling 이 裝置되여 Governor 上의 Synchronizer Control Knob 만을 돌려도 速度調整에 支障없도록 되여 있다. Synchronizer Control Knob 바로 밑에는 Synchronizer Indicator가 있어 Synchronizer Control knob 의 回轉한 數를 Reduction Gear를 거쳐 Pointer 로서 表示한다. Knob는 必要없는 것이지만 Panel 의 美觀上 設置했을 뿐이다.

Speed Droop Control 는 同一한 負荷軸를 돌리는 또는 平行運轉으로 發電하는 여러機關들 사이의 load 를 自動的으로 分配하고 均一히 하는 役割를 한다. Speed Droop 는 Terminal Shaft 가 돌므로서 Speed Drcop Lever 가 움지겨 Speeder Spring 의 compression을 變更한다. Speed Drcop Control Knob 를 돌리면 Speed Drcop Lever 의 支点이 移動하여 Speeder Spring 의 compression 하는 比率이 變한다. 卽 機關에 負荷가 加해지면 fuel 는 增加하여 Speeder Spring 의 compression 이 減少하고 따라서 Governor 의 speed setting 를 減少하는 結果가 되여 機關이 速度는 어느限度까지 떠러지게 된다.

Dial 에는 0 부터 100까지 表示되여 있어 0 에다 setting 하면 速度의 變化없이 機關의 lcad 를

dCollection

變更시킬 수 있다. (Isochronous Setting)
交流發電機를 平列運轉할때는 各機關사이에 負荷의 交換을 防止하도록相當히 높게 (Dial 의 30~50) Setting 해야한다. 한 發電機가 充分한 容量을 갖고 있을때 그 機關의 Governor를 0에다 setting 하면 그 機關의 系統全体의 周波數를 統制하게된다.

全系統의 周波數은 Zero Droop로 set 되여 있는 Governor의 Synchronizer 로서 調整하는 反面 各機關 사이의 load 의 分配는 Speed Droop로 set 되여있는 Governor의 Synchronizer 로서 調整한다,

Load Limit Control 은 이 한가지 作用을 위해 獨立된 Governor 卽 Load Limit Hydraulic Governor 가 있으나 Wood-ward UG8 Governor 에는 이 裝置도 함께 包含되여 있다.

어느 特定한 機關速度에서 事故없이 機關을 運轉할 수 있는 最大의 load 는 定해져있다. Isochronous 型이나 Speed Droop 型의 普通의 Governor 는 speed 에 대해서만 反應을 이르키므로 萬一 機關의 速度가 내려갈때는 Governor 는 fuel 의 供給量을 增加하므로 機關은 overload 가 된다. 安全 load 에 必要한 fuel 量 보다 더많이 供給하게 하는 Governor 의 作用을 막기위해 Maximum Fuel Stop를 裝置한다. 이 Stop 가 full speed 에서만 maximum safe load 를 받도록 固定되여 있으면 低速에서는 overload 가 되므로 機關 速度의 全範圍에 따라 overload 를 防止하는 同時에 最大의 出力을 낼수있도록 한다. 最大 fuel 供給量을 機關의 smoke limit 보다 若干적도록 Load Limit Control 을 set하므로서 機關은 自動的으로 smokeless 運轉을 할수있다.

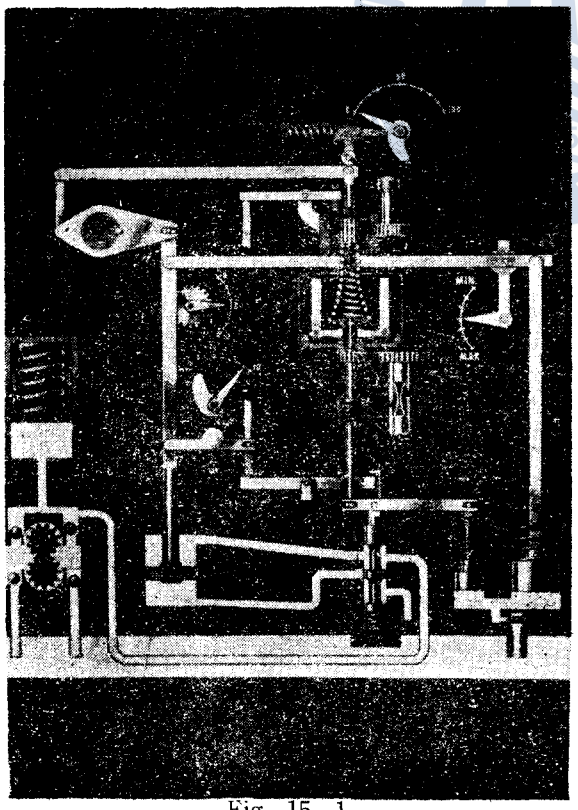

Fig. 15—1

Fig 15—1, 15—2 는 Woodward UG—8 Governor 의 說明圖로서 Load Limit Adjustment Knob를 돌리면 cam 에 의해 Power Piston 의運動範圍가 制限을 받고 따라서 Terminal Shaft 의 回轉角도 制限되여 結局 機關에 供給되는 fuel 量에 影響을 준다. Knob를 0에다 놓으면 아주 機關이 shut down 해 버린다. 注意해야 할 点은 Knob를 10에다 놓기 前에는 fuel 가 많이드러가도록 機關의 Fuel Linkage 를 움지겨서는 않된다.

機關을 始動할때는 지나치게 fuel가 드러가 急回轉하는 것을 防止하기 위해 Load Limit Control Knob 를 5에다 놓고 始動한다. 機關이 warming 하면Knob 를 10으로 돌린다. 다음에 Synchronizer로서 normal speed 까지 機關速度를 올린다.

機關의 運動은 Drive Shaft 부터 Gear Pump 를 거쳐 Ball Head Drive Shaft 로서

dCollection

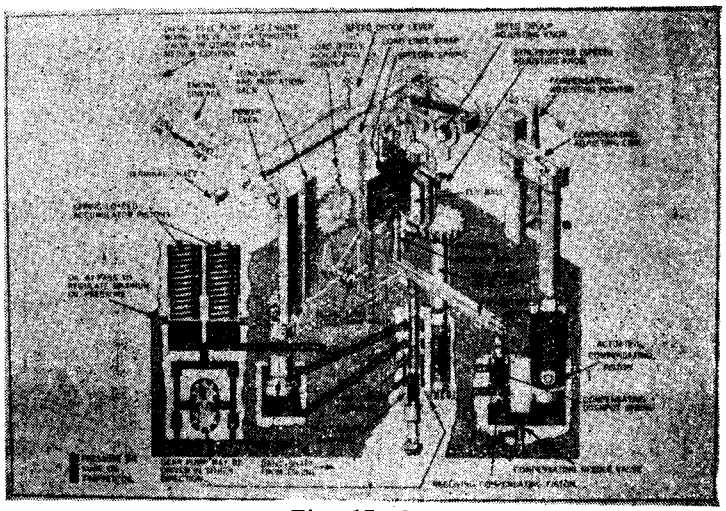

Fig. 15—2

Flyball mechansm 인 Flyball 를 回轉시킨다. Ball Head Drive Shaft 中間에는 Flexible Coupling 이 있어 事故를 未然에 防止한다

Gear Pump 에는 各 두個의 吸入弁과 排出弁이 있어 Drive Shaft 가 어느 方向으로 回轉해도 使用하는데 支障이 없도록 되여있다.

Gear Pump 는 Governor Sump 부터 lubricating oil 를 suction 하여 Accumulator로 보낸다.

Accumulator 에는 Spring 이 作用하고 있는 Piston 이 있어 油壓이 높아지면 Piston 을 By-pass Port 가 열릴때까지 올려민다. 그러므로 機關速度의 高低를 莫論하고 油壓을 一定으로 維持할 수 있다. Accumulator 부터의 pressure oil 는 Pilot Valve 의 位置에 關係없이 언제나, Power Piston 의 上面에 作用, Power Piston 下面의 壓力이 없어지던가 낮어질때는 fuel 가 shut off 되도록 Terminal Shaft 를 돌린다. Pilot Valve 가 밑으로 움지기면 Power Piston 의 下面에도 Accumulator 부터의 壓力油를 보낸다. Piston 의 上部面積은 下部面積보다 적으므로 同一한 壓力油가 作用하드라도 下面에 作用하는 힘이 크므로 Power Piston 은 위로 올라가 fuel 가 增加하도록 Terminal Shaft 를 돌린다. Pilot Valve 가 위로 움지겨 Power Piston 下部와 Sump 가 通하게되면 Piston 下面의 힘이 低下하고 上面의 힘은一定하므로 Piston 은 밑으로 움지기고 fuel 를 減少하는 方向으로 Terminal Shaft 를 돌린다 Gear Pump 의 한쪽 Gear 는 Pilot Valve Bushing 으로 되여있어 Gear Pump 가 回轉하면 Pilot Valve Bushing 도 같이 回轉하여 Pilot Valve 가 더욱 銳敏하게 動作하도록 되여있다.

Pilot Valve 밑에 있는 Spring 은 Pilot Valve 自体와 Floating Lever 등의 무게를 支持하여 Governor 가 作動하는데 支障이 오지않도록한다.

Compensating Adjusting Pointer 는 Compensating Adjusting Link 의 fulcrum 을 變更하여 Actuating Compensating Piston 의 stroke 를 加減한다. 이 Piston 上部에 있는 Spring 는 Compensating Linkage 에 있는 lost motion 을 없애므로서 Governor 作動에 支障이 없도록한다.

3. 作 動

Fig 16~18은 Governor 의 作動을 說明하기 위해 Top Cover, Panel, Load Limit Mechanism 及 Load Indicating Mechanism 을 떼어버리고 Synchronizer 또는 Speed Adjusting Mechanism 을 簡略하게 그린것이다.

load 가 變하므로서 speed 의 變化가 이러나는 Governor 의 動作은 Synchronizer Adjusting Knob 를 돌리므로서도 같은 結果를 갖어온다.

Governor 의 動作部分은 實際로는 速度의 變化量 만큼 比例하여 運動하는 것이지만 動作이 잘 보이도록 誇張하여 그려있다.

dCollection

Fig 16은 다음 狀態를 說明한 것이다.

(1) 機關은 steady load 밑에 normal speed 로 running 한다.

(2) Flyball, Speeder Rod, Pilot Valve Plunger及 Receiving Compensating Piston 은 normal 位置에 있어 Pilot Valve Bushing 의 Regulating Port 는 Pilot Valve 의 land로 cover 되여있다.

(3) Power Piston 과 Terminal Shaft 는 움지기지 않는다.

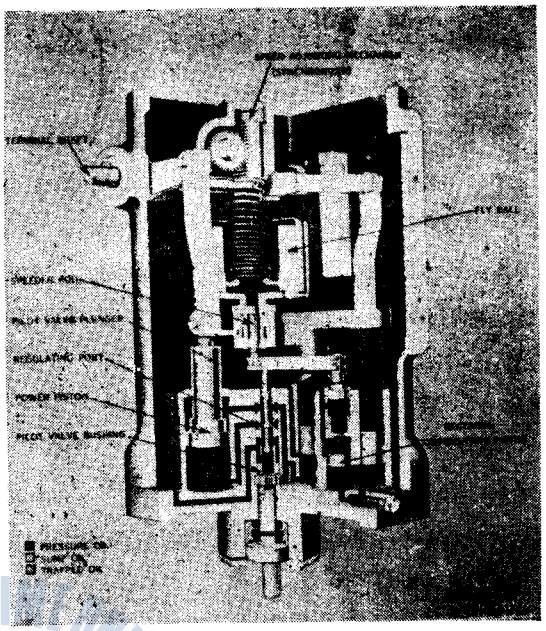

Fig. 16

Fig 17-A은 load 가 減少하여 speed 가 增加하던가 또는 低速을 願할때 卽 Synchronizer 를 돌려 Speeder Spring 의 tension 을 弱하게 하였을 경우

(1) load 는 減少하고 speed 만 增加, 또는 Synchronizer 로서 低速으로 control 하면

(2) speed 는 增加 또는 Speeder Spring 의 tension 이 弱해지므로 Flyball 은 外部로 움직이고 Speeder Rod 와 Floating Lever 內端이 上昇하여 Pilot Valve Plunger 는 올라가 Pilot Valve Bushing의 Regulating Port 를 연다.

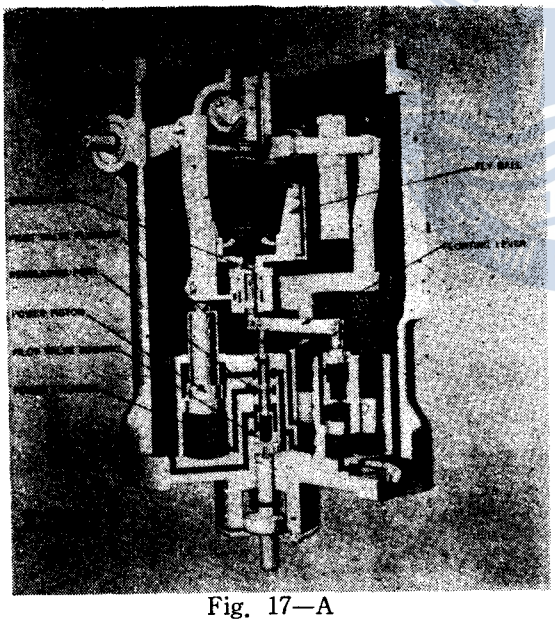

Fig. 17—A

(3) Regulating Port 가 열리면 Power Piston 의 下側과 Sump 와 通하게되여 Power Piston 上側간이 壓力油가 作用하여 Power Piston 을 下方으로 움직이게 한다.

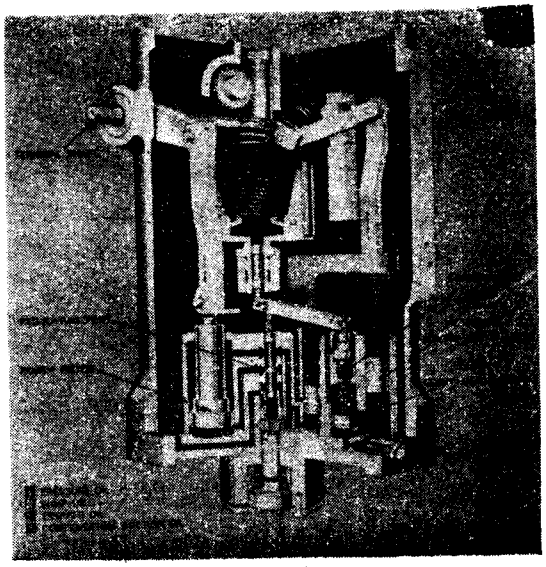

Fig. 17—B

Fig 17-B 는 계속하여

(1) 油壓에 의해 Power Piston이 下方으로 움직이므로서 fuel 를 減少하는 方向으로 Terminal Shaft 를 回轉시킨다.

dCollection

(2) Power Piston 이 下方으로 움직이면 Actuating Compensating Piston 은 위로올라와 Receiving Compensating Piston 을 끄러내리고 Compensating Spring 를 壓縮하면서 Flotaing Lever 의 外端과 Pilot Valve Plunger 를 下降시킨다.

(3) Power Piston, Actuating Compensating Piston, Receiviug Compensating Piston 와 Pilot Valve Plunger 의 운동은 Pilot Valve Bushing 의 Regulating Port 가 Pilot Valve Plunger 의 land 로서 cover 될때까지 계속된다.

(4) Regulating Port 가 막키자 Power Piston과 Terminal Shaft는 decrease된 load下에 또는 願하는 低速의 normal speed 로 機關을 돌리는데 必要한 前보다는 減少된 fuel control 位置에 멈추게된다.

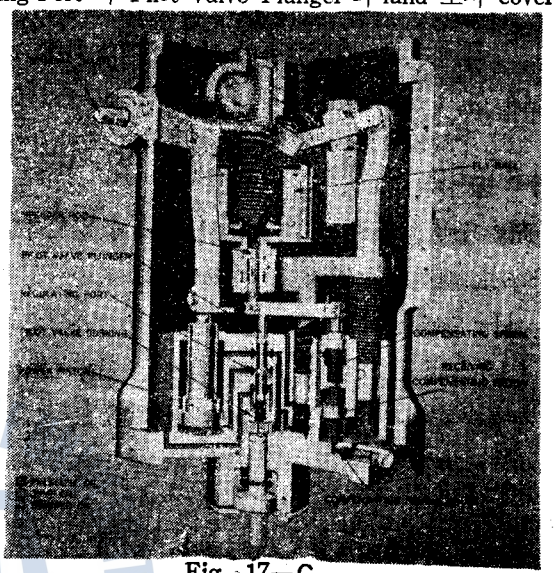

Fig. 17—C

다시 계속하여 Fig 17-C 는

(1) fuel 의 供給이 적어져 機關速度가 normal speed 로 떠러지게되면 Speeder Rod 를 normal 位置로 下降시킨다.

(2) Receiving Compensating Piston 은 Compensating Spring 에 의해 normal 位置로 올라가는데 그 速度와 Speeder Rod 의 내려가는 速度는 Floating Lever 의 Pilot Valve Plunger 의 取付 Pin 부터 Receiving Compensating Piston 의 取付 Pin 及 Pilot Valve Plunger 의 取付 Pin 까지의 거리에 比例한다. 卽 Pilot Valve Plunger 는 그대로 그 位置를 維持한다. Compensating Needle Valve 를 通하는 油量은 Receiving Compensating Piston 을 normal 로 復歸시키는 速度를 左右한다.

(3) Flyball, Speeder Rod, Pilot Valve Plunger 及 Receiving Compensating Piston은 normal 位置로 도라간다. 그러나 Power Piston 과 Terminal Shaft 는 減少된 load 밑에 normal speed 로 또는 願하는 低速으로 機關을 回轉하는데 必要한 減少된 fuel control 位置에 멈추어 있다. 이것으로 Governor 의 한動作 cycle은 끝난 것이다.

다음은 Fig 17-C 의 steady 狀態로 運轉하고 있을때 load 가 增大하던가 또는 機關을 高速으로 運轉할려고 할 때 卽 이때는 Engine Cylinder 에 噴射되는 fuel 量이 많어진다.

Fig 18-A 에서

(1) load 가 增大하여 速度가 減少하던가 또는 Synchronizer Adjusting Knob 를 돌려 Speeder Spring 의 tension 을 强하게 한다.

(2) speed 의 減少 때문에 또는 Speeder Spring 의 强한 tension 때문에 Flyball 은 內側으로 움직이고 Speeder Rod 와 Floating Lever 의 內端는 내려간다. 이리하여 Pilot Valve Plunger 는 내려와 Pilot Valve Bushing 의 Regulating Port 를 연다.

(3) Regulating Port 가 열려지므로 Power Cylinder 의 下側에 壓力油가 드러간다. Power Cylinder 의 上側에도 壓力油가 作用하지만 Piston 下側面積이 크므로 위로 올려미는힘이 커서 Power

dCollection

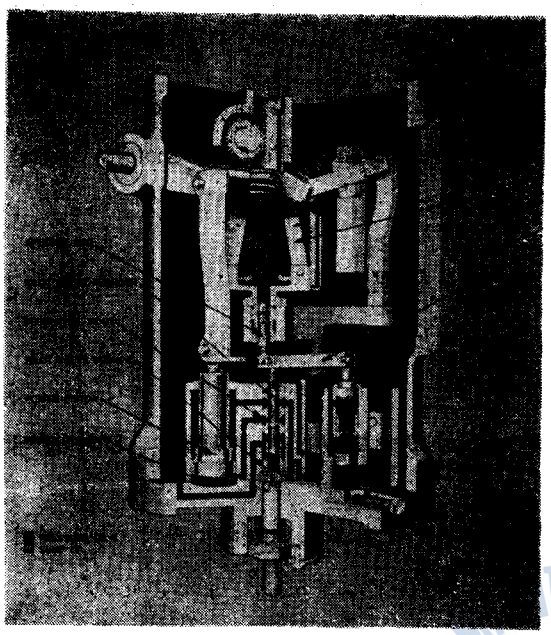

Fig. 18—A

Piston 은 上昇한다

그러면 Fig 18-B 에서

(1) 油壓은 Power Piston 을 위로 밀고 Terminal Shaft 를 fuel 增加方向으로 돌린다.

(2) Power Piston 이 上昇하면 Actuating Compensating Piston 이 내려가 Receiving Compensating Piston 을 위로 민다. 그리하여 Compensating Spring 을 壓縮하고 Floating Lever 의 外端과 Pilot Valve Plunger 를 上昇시킨다.

(3) Power Piston, Actuating Compensating Piston, Receiving Compensating Piston 과 Pilot Valve Plunger 의 운동은 Regulating Port 가 Pilot Valve Plunger 의 land 로서 막힐때까지 계속한다.

(4) Regulating Port 가 막히자 Power Piston과 Terminal Shaft 는 增加된 load 下에 또는 願하는 高速의 normal speed 로 機關을 돌리는데 必要한 前보다 增加된 fuel control 位置에 멈추게된다.

계속하여 Fig 18-C 에서

(1) 速度가 normal 로 增加하면 Flyball 은 normal 位置로 돌아가고 Speeder Rod 도 normal 位置로 돌아간다.

(2) Pilot Valve Plunger 의 land 로서 Regulating Port 를 계속하여 막도록 Receiving Compensating Piston 은 Compensating Spring 의 힘으로 Speeder Rod 와 같은 速度比로서 normal position으로

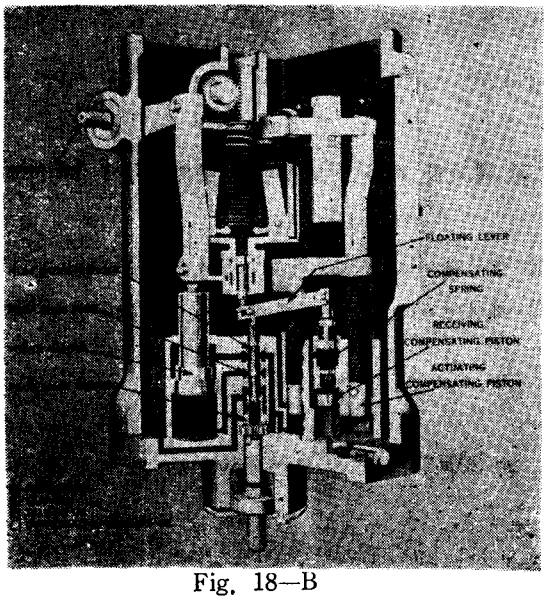

Fig. 18—B

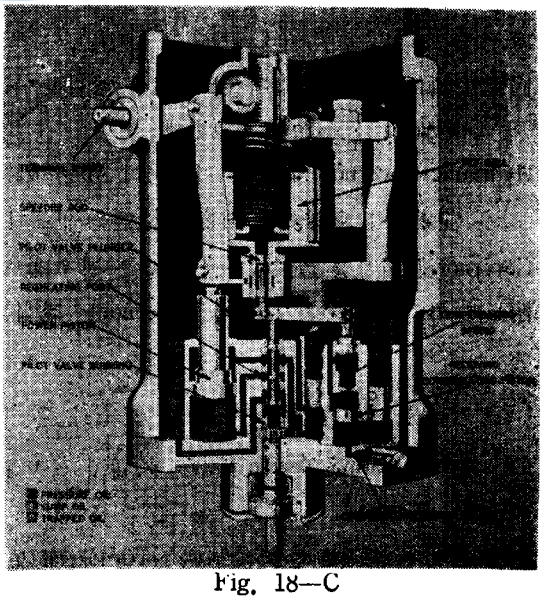

Fig. 18—C

dCollection

돌아간다. Needle Valve 의 開量으로 Receiving Compensating Piston 이 原位置로 돌아가는 速度를 調整한다.

(3) Governor 의 한動作 cycle 의 完成段階에서 Flyball, Speeder Rod, Pilot Valve Plunger 及 Receiving Compensating Piston 은 原位置로 도라가 있고 Power Piston 과 Terminal Shaft 는 增加된 fuel control 位置에 멈추어있다.

Ⅳ Hydraulic Governor 의 管理法[12]

Hydraulic Governor 에서 이러나기쉬운 故障과 그 原因을 살펴보면 다음과 같다.

1. Oil level 이 낮을때

Governor 가 必要로하는 油量이 不足하여 機關의 速度를 잘 調整못하게 되고 機關은 hunting 이 이러나게 된다.

oil level 이 낮은것은 Instruction Manual 의 指示대로 給油 않던가 또는 Governor 부터 oil 이 새기 때문이다.

2. Governor 機構또는 **LINK** 가 固着되였을 때

機關이 hunting 하던가 Governor 의 動作이 둔해진다. 이러한 影響은 負荷가 變할때에 特히 顯著하게 나타난다.

可量 負荷가 增加하면 機關의 速度는 늦어진다. Governor 의 Flyball 은 안으로 움직이고 壓力油가 Power Piston 에 作用한다. 이때 Power Piston 이나 Fuel Pump 에 이르는 Link 가 固着되였다면 摩擦에 이길만한 相當한 壓力이 이러나고 마침네 摩擦에 이기게 되면 Link 는 急激하게 full fuel 位置로 움직여 너무 많은 fuel이 噴射되여 機關速度는 normal 보다 빨라진다. Governar 는 fuel의 噴射量을 주리도록 作用하지만 固着으로 因한 摩擦때문에 지나치게 作用하야 機關은 hunting 하게 된다.

固着의 原因으로서 다음과 같은 것을 생각할 수 있다.

ㄱ. Governor 의 掃除가 不良할때

Hydraulic Governor 에 가장 이러나기 쉬운 故障으로 깨끗한 기름을 使用해도 動作部分에 lacquer 와 같은 沈澱物이 附着하여 固着의 原因을 만든다.

Governor에 기름을 가라넣을때와 같은 경우에 가끔 깨끗한 diesel oil등가 carbon tetrachloride등의 溶劑로서 시쳐내야한다. 大慨의 Governor는 機關부터 떼여내지 않어도 씻처낼수 있다. 掃除하는 方法은

(1) 기름을 빼고 溶劑를 채운다

(2) Compensating Needle Valve 를 많이 여러놓고 約 30秒間 機關을 돌려 Governor 가 크게 動作하도록 한다.

(3) 溶劑를 排除한다음 깨끗한 governor oil 를 注入한다

ㄴ. 더러운 governor oil 를 使用할때

dCollection

더러운 oil 를 계속해서 쓰면 ㄱ. 과 같은 結果가 이러난다. 普通은 機關에 使用하는 潤滑油를 Governor 에 使用한다.

ㄷ. Governor 內의 各部分 及 Link 의 取付가 不良할때

Link 部分이 휘든가 상하여 摩擦이 增加하던가, 固着의 原因이 될때는 그 部分을 갈든가, 고쳐야 한다. 各部分品은 傷하지 않도록 조심해서 다루어야 한다.

ㄹ. Fuel Pump 의 機構의 운동이 自由롭지 못할때

Fuel Pump 를 正確하게 組立못하던가 함부로 다루어 傷하게되면 Fuel Control Rod 는 固着하던가 잘 움직이지 않으며 어떠한 機關에서는 이것때문에 調速作用에 支障을 갖어오게된다. Fuel Control Rod 의 固着을 確認할냐며는 Pump 와의 連結을 떼고 손으로 움직여보면 알수있다.

ㅁ. Governor, Link 及 Pump 가 正確한 位置에 取付되여 있지 않을때

Governor 든가 Link 及 Pump 의 相對位置를 若干 移動하면 Governor 의 固着이 없어지는수가 많다. 어느때나 無理해서 取付하지 않도록 해야한다.

ㅂ. Link 連結部에 Paint 칠을 하던가 먼지가 끼여있을때

意外로 큰 摩擦이 이러나므로 뻥기칠을 할때는 動作面에 묻지 않도록 注意해야 한다.

3. Governor 의 調整이 不良할때

機關의 速度變化가 顯著하게 나타난다. 卽 hunting 하던가 速度調整에 잘 應하지 않던가 또는 過速, 過低速하게된다. 두 機關이 平列運轉하고 있을때는 Governor 의 調整 不良으로 한쪽 機關만이 大部分의 負荷을 받게된다. 排氣에 色이 나타나는것도 Governor 의 調整不良이 原因이 될수 있다.

그러나 以上의 징후가 곧 Governor 의 故障이라고 斷定할수는 없으며, 언제나 Governor 의 탓이라고 돌리기前에 모든 機關 Cylinder 의 燃燒가 適當한가 또 平列運轉을 하고 있을때는 發電機의 特性이 適當한가 등의 여러가지를 調査해야한다.

Governor 의 調整이 不良하게되는 原因은 主로 取扱하는 機關士의 知識不足에서 온다. 다음은 調整에 失敗하기 쉬운곳을 列擧하였지만 大槪의 Hydraulic Governor 에는 그 全部를 具備하고 있지않다. 또 調整法도 製作會社에 따라 若干 다르다.

ㄱ. Speeder Spring

Speeder Spring 의 壓縮을 變하게 하므로서 機關速度의 變化를 갖어 오게한다. 定速機關에서는 나사로서 速度를 調節하지만 變速機關에서는 外部 Knob 또는 Lever 혹은 remote control 로서 Speeder Spring 의 壓縮을 調整한다. 이것은 여러調整中에서도 가장 쉬운것으로 따라서 普通은 故障의 原因이 되지않는다. Transmitter Motor 나 空氣壓 또는 油壓으로 動作하는 remote control 하는것에 있어서의 그 裝置의 故障은 Control Lever 나 Button 또는 Knob 를 直接 움직이므로서 支障이 없도록 한다.

ㄴ. Compensating Needle Valve

Compensating Needle Valve 의 調整은 全調整中에서 가장 簡單한 것에 속하지마는 가장 重要한것

dCollection

의 하나이기도 하다. 이 調整은 Compensating mechanism 의 作用速度를 決定해준다. 機關運轉中이라도 調整할 수 있도록 그 裝置는 손대기 쉬운곳에 있다. sluggishness(負荷가 變한 다음 運轉速度로의 復歸가 늦은 Governor 의 느림度) 또는 hunting(負荷가 變하였을때 계속해서 速度가 높아졌다 낮아졌다하는 리듬的이 變化)는 Needle Valve 의 調整이 必要하는다것을 나타낸다.

아주 適合하게 調整이 되였다면 負荷가 變한다음 機關速度는 5～6秒內에 安定하게 된다.

調整方法은

(1) 두個의 Needle Valve 가 있는 Governor 에서는 한쪽 Needle Valve 를 完全히 잠근다. 두個의 Needle Valve 를 設置하는 理由는 손쉽게 接近하여 調整을 容易하게 하기 위해서이다.

(2) 또 한쪽의 Needle Valve 를 一回轉 또는 機關速度에 變化가 이러날때까지 돌려 연다.

(3) 約 30秒가량 機關速度가 unsteady 로 돌았을때 NeedIe Valve 를 時計回轉方向으로 機關速度의 變化가 없을때가지 돌려 잠근다. Needle Valve 는 sluggishness 않는限 여러두며 普通 1/4～3/4 回轉의 開度가 標準이다.

이 調整은 governor oil 의 粘度가 다른것을 넣을때던가 溫度가 變했든가 또는 Governor 를 修理하였든가 掃除하였을때에 하게된다.

ㄷ. Compensating Spring

Compensating Spring 은 Governor 의 過度한 調整作用을 막는다. 어떠한 Hydraulic Governor 에서는 Compensating Spring 의 壓縮力 또는 기리를 調整할 必要가 있다. 이경우 不適當한 調整은 機構에 clearance 을 생기게 한다. 또다른 Governor 에서는 Compensating Spring 에 어느調整을 하는것이 아니라 單지 새 Spring 의 自由기리와 使用中인 Spring 의 自由기리를 比較하면 된다. 速度의 hunting 이러날때는 調整이 잘되지 않었던가 또는 Compensating Spring 을 新換할 必要가 있을 때이다 governor oil level 를 調査하고 또 Compensating Spring이 不良한가를 疑心하기 前에 Governor 를 깨끗이 掃除해야한다. Governor Maintenance Manual 의 指示대로 Sping 또는 Spring 의 調整을 調査해야한다.

普通 하기쉬운 失手는 Spring 을 느려서 原기리로 만들냐고 하는 것이다. 이렇게 잡아느린 Spring 은 使用中 금시 壓縮기리로 돌아가고만다. 가장좋은 方法은 새 Spring 을 갖고있다가 바꾸는 것이다.

ㄹ. Pump Gear 의 끝間隙

大慨의 Hydraulic Governor 는 調速作用에 必要한 壓力을 얻겠금 Gear Type Oil Pump 가 있다. Gear end clearance 를 調整할수있는 Governor 에서는 clearance 를 適當하게 하는 것이 重要하다. 지나치게 clearance 가 많으면 새는것이 많어지고 Pump 의 能力이 低下하여 負荷가 많아졌을때 Governor 의 動作이 늦어지게된다. 反對로 너무 clearance 가 적으면 Gear 와 Base 가 서로 接觸하여 磨耗하게 된다. 이것은 Governor 를 分解하였을 때 Pump 의 Drive Gear 가 Base 를 스친자리가 새겨져 있으므로 알수 있다. Governor 를 機關에서 떼고 Flyball 를 돌릴때 잘돌지않고 빡빡할때는 Pump Drive Gear 의 clearance 가 不足하여서 그런지도 모르며 clearance適當量은 0.0035″—0.0045″이다.

Collection

ㅁ. Speed Limit

거이 모든 可變速度 Governor 는 Speeder Spring를 누루는 程度를 制限하는 調整裝置가(Knob또는 Handle) 있다. 이것으로서 Governor 에 의해 調速되는 機關의 最高速度를 制限한다. 機關操縱 Handle 이 full speed 位置에 놓았을때 機關速度가 너무 높던가 낮던가하면 Speed Limit 의 調整을 해야 한다. 이 調整을 하기前에 于先 回轉計의 故障이 아닌가 機關의 딴 部分의 故障이 아닌가 또는 Fuel Linkage 의 不適當한 調整때문에 이러나는 것이 아닌가를 確認해야 한다.

ㅂ. Load Limit

어떠한 Governor에는 Power Piston Rod 든가 Lever 의 最大 travel 를 調整하는 裝置가 달려있다 load limit 調整은 機關이 要求하는 fuel 의 最大量을 Governor 가 制限한다. 萬一 어느部分 負荷下의 機關에서 연기가 난다면 load limit 는 減少되여야 한다. 또 反對로 機關의 모든 部分이 完全한데도 不拘하고 full load 를 받지못한다면 load limit 는 增大되여야 한다. 이 調整이 꼭 必要하다는 것이 明確하게 되지않는限 건드리면 안된다. 普通은 工場에서 調整을 하는것이다.

ㅅ. Speed Droop

機關의 throttle setting 을 一定하게 하고 機關에 load 를 增加함에 따라 調整速度가 떠러지게되는 Governor 의 性質이 Speed droop 이다. 모든 機械的 Governor 는 speed droop 의 性質이 있지만 Hydraulirc Governor 는 isochronous(speed droop 이 없는것) 이 던가 또는 speed droop 가 이러나는 機構가 달려있다.

Speed droop 는 交流發電機를 平列運轉하는 機關이든가 여러機關을 直接連結하든가 Gear 로 連結하는 機關들을 調整하는 Governor 에 必要한 것이다. 가끔 서로 連結된 두機關이 願하는 比率로 load 를 分配하는데 失敗하는것은 한 機關 아니면 두 機關이모다 Governor 의 speed droop 調整이 不適當하기 때문에 이러난다. (Fig 27 參照)

願하는 運轉特性과 一致하는 最低 speed droop setting 을 하되 지나치게 調整않도록 注意해야 한다.

두機關을 平列運轉하여 負荷를 꼭 半식 나눈다며는 各 Governor 의 speed droop 는 같아야 한다. 萬一, 그러치 못하면 speed droop 가 적은쪽의 機關이 더욱 많은 負荷를 받게된다.

一般的으로 speed droop 는 거이 모든 機關分野에서 6—8 % 程度이다. speed droop 의 percent 計算은 다음과 같이 한다.

$$\text{Speed droop} = \frac{\text{No load speed} - \text{Full load speed}}{\text{No load speed}} \times 100$$

ㅇ. Torque Limit 또는 BMEP Limiter

Torque 든가 BMEP(Break Mean Effective Pressure)를 制限하는 裝置는 安全裝置의 하나로서 Governor 에 設置되는 수가 있다. (例 Marquette Hydraulic Governor)이 裝置는 機關이 低速에서 過負荷를 받어 過熱하던가, 機關의 各部가 過應力을 받을 可能性을 防止한다. 卽 어느 주어진 速度에서 燃燒시킬수있는 安全한 fuel 量보다 너무많이 噴射되여 不完全燃燒를 이르켜 연기가 까맣게 나

dCollection

는것을 防止한다. Torque(BMEP) 制限裝置는 어느速度에서 必要한 fuel의 一定 量보다 많아지지 않도록 한다. 機關에 점점 負荷가 過度하게 걸릴때 Governor 는 fuel를 더욱 供給할냐는것은 막는다. 卽 機關速度가 普通때보다 떠러지고 hunting 하게되면 負荷를 주리든가 throttle setting를 크게 하도록 運轉士에게 警告한다. 機關速度가 많어지면 power stroke 에 있어서의 bearing pressure 가 주러들고 Blower 의 效率이 좋아져서 冷却이 잘되므로 더많은 fuel 를 支障없이 燃燒시킬수있다.

Load limit 調整은 最大機關速度에 있어서만 作用하므로서 Torque limit 또는 BMEP limiter 와 區別된다. 卽 Torpue(BMEP) limiter 는 모든 機關速度에 있어서의 load limit 의 役割을 自動的으로 한다.

두機關은 平列運轉을 할냐고 할때는 두 Governor 가 똑같은 Torque limit 調整이 되여있는가를 確認할 必要가 있다.

Torque limit 調整이 아주잘되여있다면 排氣의 색갈은 나타나지 않는다.

4. Drive Shaft 의 故障

大槪 Hydraulic Governor 의 Flyball 과 Hydraulic Pressure Pump 는 Governor Drive Shaft 로서 돌아가게 된다. 이軸의 한끝은 spline 이 되여 있던가 serration 또는 key 로서 Drive Gear 에 固定되던가 機關의 Driving Shaft 와 連結되도록 되여있다. Governor Shaft 의 事故의 大部分은 軸이 부러지던가 軸의 serration 이 傷하는 것이다.

Hydraulic Governor 의 理論을 硏究하면 알일이지만 萬一, Flyball 이 돌지않으면 Speeder Spring 의 作用으로 機關의 Cylinder 로 供給되는 fuel 의 量이 많어진다. 그러므로 大槪의 Hydraulic Governor 에는 Pump Drive Shaft 의 故障으로 oil pressure 가 이러나지 않으면 直時 機關은 停止하도록 設計되여 있다. 다른 設計로서는 Governor가 故障일때 Overspeed Trip 에 의해 機關이 停止하도록 되여있다.

Drive Shaft 든가 Governor 驅動裝置의 故障은 다음과 같은 경우에 일어난다.

ㄱ. Flexible Dampener Coupling 이 잘 作用않은것을 運轉할때

大部分의 Hydraulic Governor 는 Governor 機構로 shock 를 傳하는것을 덜기위해 Spring Type 나 Rubber Type 의 Coupling 을 Drive Shaft 에 設置한다. Spring 이 부러지던가 Rubber 가 變質하여 제대로 作用을 못하면 이 Coupling 은 cushion 또는 damper 의 效果가 없어진다. 이렇게되면 Governor 機構에 shock 를 주는 結果가 된다. 驅動裝置이 故障 그 自体 보다도 各部分品의 破壞가 더 큰 結果를 갖어온다. 이러한 狀態下에서 틀림없이 나타나는 結果는 Speed Sensitive Element 에 shock 를 주므로서 hunting 또는 Power Piston 이 떠는 原因이 된다. Coupling 은 Spring 또는 딴 cushion 材料가 마모, crack, 破壞 또는 그와 비슷한 欠陷이 있는가를 검사하고, 조심하여 다루어야 한다. 萬一 異狀이 있어 제대로의 機能을 發揮못할것 같으면 새 附屬品을 가라넣어야 한다.

dCollection

ㄴ. 驅動軸 Bearing 의 狀態가 不良할때.

Governor 에서 普通使用하는 Ball Bearing 를 不潔한 狀態로 取付하던가 取扱하면 굳어져서 움직이지 않게되던가 마찰이 커져서 驅動軸은 overload 되여 부서지게 된다. Bearing 은 無理없이 正確하게 또 아주 깨끗하게 取付되어야 한다.

ㄷ. Serration 의 調査가 不完全할때

大部分의 Hydraulic Governor 의 驅動軸이 凸部 Serration 이되여 있어 機關의 驅動裝置의 凹部 Serration 에 끼우도록 되여있다. 많은 機關이 이 部分에 故障이나있다. 機關을 分解하여 修理할때마다. Serration 部分을 調査하는것은 좋은일이다. 그것이 傷하던가 휘였던가 또는 마모되었을 경우에는 危急한 事故를 防止하기위해 새 Governor 와 바꾸는 것이 좋다.

ㄹ. Pump Gear 의 end clearanee 가 不足할때.

어느 종류의 Governor 에서는 Pump Gear 의 end clearance 를 調整할 수 있도록 되여있는 것이있다. clearance가 너무 적으면 摩擦이 너무커져 固着의 原因이 되기쉽다 더나가서 驅動軸 또는 驅動裝置의 딴 部分이 overload 되고 事故를 이르키게 된다. Governor 를 組立할때는 언제나 注意깊게 Pump Drive Gear 의 end clearance 를 調整하여 이러한 故障이 이러나지 않도록 해야한다.

ㅁ. Governor 의 取付狀態가 不良할때

Governor 의 取付位置가 正確한가에 注意하고 center가 어긋나서 故障이 나지 않도록한다.

모든 故障난 部分品은 새것과 바꾼다. Dampener Spring 은 깨끗이 掃除하고 取付前에 grease 를 바르도록한다. Flexible Coupling 이 故障난것을 發見하였을때는 驅動軸을 注意깊게 살펴 더 커질 금이 갔는가를 살펴본다

5. Drive Gear 의 Clearance 가 不適當할 때

Governor 는 機關의 Crank Shaft 부터 Gear 로서 驅動되며 機關의 回轉數보다 훨씬 빠르며 機關의 回轉數에 比例하여 增減한다. 效果있는 調速을 할냐며는 Flyball 의 回轉速度가 正確하게 機關의 速度를 反映해야 한다.

(GENERAL MOTORS DIESEL ENGINE MODEL 12-567ATL 에서는 機關速度 774 r.p.m. 때 Governor 는 811 r.p.m. 이다)

Drive Gear 들 사이에 Clearance 가 너무많으면 Governor 는 機關과는 無關係하게 어느 運動을 하여 機關의 hunting 하는수가있다. (Drive Gear 의 backlash 는 새것이 0.004″~0.006″이고 0.030″를 너무면 가라넣어야 한다)

Gear Train 의 Gear 사이에 clearance 가 너무적으면 마모가 急速히 이러나고 이 系統이 固着되기쉽다.

Gear 의 嚙合이 不完全하던가 이빨이 떠러졌을때에는 Governor 系統에 甚한 不正確性을 招來하여 機關이 hunting 하던가 surging 하게된다.

dCollection

Drive Gear 들의 不適當한 clearance 를 갖는 原因으로서는 다음과 같은 경우가 있다.

ㄱ. 機關에 Governor 를 取付하는데 center 가 맞지 않을때

Governor Housing 을 機關에 取付할때 均一히 나사를 조이지 않어서 한쪽이 들떠있던가 제자리 아닌곳에 取付하던가 하면 Gear 들은 center 가 맞지않게 되고 마모의 原因이 된다. 取付 Bolt 들은 均一히 조이고, Flange 面은 깨끗하게 하고, Gasket 를 使用하는 곳에서는 Gasket 가 좋은 狀態인가를 確認하며, gear clearance 를 調査하고 不適當할때는 許容範圍內로 調整해야 한다.

ㄴ. Drive Gear 가 마모하든가 故障인 경우

Drive Gear 의 이빨이 빠지던가 부러지던가 또는 지나치게 마모하면 Governer 에 機關의 速度 變化를 正確하게 傳하지 못하게 된다. 이 故障의 原因으로서는 Shaft Bearing 의 狀態가 不良할때 또는 中心의 不一致, 腐蝕등을 들수있다.

修理法으로서 Drive Gear 의 間隙은 Feeler Gage 로서 計測한다. 혹은 機關의 驅動 Gear 와 Governor 의 被驅動 Gear 間의 Clearance 를 機關을 돌리지않고 Governor 의 軸을 움지겨 보고 노는 程度로서 clearance 를 짐작할 수 있다. 卽 Governor 의 Cover 를 떼고 Flyball Carrier 를 손으로 돌려보므로서 알수있으며 機關의 回轉에 의한 運動만을 느껴야한다. Flyball Carrier 가 Flexible Coupling 를 거쳐 被驅動軸과 連結되여 있는 것에서는 gear clearance 와 混同되기 쉬우므로 Flexible Coupling Spring 를 비틀만큼 큰힘을 주면 않된다. gear clearance 는 構造에 따라 Shim또는 Gasket 을 갈던가 機關에 對해 Governor 의 center 맞추기를 다시한다. 위의 方法으로도 適當하게 clearance 를 調整할수없으면 Drive Gear 들이 너무지나치게 마모되여있는 것이므로 이들 Gear 를 가는것이좋다. 故障난 Gear 는 勿論 바꾸어야하고. 이것과 嚙合되여있는 Gear 도 역시 바꾸어야한다.

機關에 Gevernor 를 取付할때 注意할 点은 機關과 Gevernor Flange 面을 깨끗하게 하고 Gasket를 必要로 하는 裝置에서는 두께가 均一하고 良好한 狀態이야 한다. Flange 取付 Bolt 를 조일때는 언제나 漸次的으로 均一하게 해야한다.

6. Oil Seal 이 샐때

Governor 의 oil 系統이 別途로 되여 있는 곳에서 너무 자주 oil 를 供給해야 하는 경우에는 Oil Seal 의 狀態가 어떤가를 調査할 必要가있다. Drive Shaft 에 있는 Oil Seal 이 샐때는 外部에서 봐서 새는 흔적이 없어도 Governor 內의 oil level 이 내려간다. Power Piston Rod 에 있는 Oil Seal 이 샐때는 눈으로 볼수있다.

Oil Seal 이 새는 原因으로서는

ㄱ. 取付狀態가 不良할때

Oil Seal 를 取付할때는 찌저지던가 짤니우지 않도록 特別한 注意를 해야한다. Oil Seal 를 그位置에 넣기위해 끝이 뾰족한것으로 미는일이 없도록한다. 새 Oil Seal 를 不良하게 取付하였다가 다시 떼여 取付하지 않은것이 좋으므로 良好하게 取付된 Oil Seal 는 다시움직이지 않도록한다.

dCollection

ㄴ. Oil Seal 의 取付을 疎忽히 하였을때

Oil Seal 를 貯藏해둘때는 마르든가 부서지던가 또는 더럽게 간직하여서는 않되며 깨끗하고 부드럽게 保管해야한다.

ㄷ. Oil Seal 를 너무 오래使用 하였을때

Seal Ring 의 周緣이 고루지 않든가 또는 마모된것을 發見하였을때는 Seal 의 作用을 못하는 것이므로 가라넣어야한다.

ㄹ. Governor 를 깨끗이 掃除못하였을 때

Governor 가 깨끗치 못할때에는 진흙같은 몬지 또는 研磨性 粒子가 쌓이게 되여 Oil Seal 의 마모를 促進시킨다. 이것은 때때로 Governor 를 깨끗이 掃除않을때 이러나는 여러가지 故障中의 하나이다

修理法은 새는 Oil Seal 은 가라야하고 새 Oil Seal 는 끼우기전날밤부터 소기름에 담거두는 것이 좋다.

ㄱ. Governor Oil 는 때로는 空氣와 混合되는수가있다. 이런경우 oil level 은 높아져 Gage 內는 거품으로 가득차게된다. 이럴때는 Governor 外部로 oil 이 새기쉽다.

空氣와의 混合이 너무지나치면 Governor 의 動作이 제대로되지 않는다. 그리하여 Governor 의 機構가 繼續的으로 過度하게 運動하여 심한 磨耗의 原因이 된다. 또 이것은 酸化의 機會가 增大하여 Governor 內에 고무와 진흙같은 것의 形成을 促進시킨다.

Governor oil 에 거품이 이러나는 原因은 規定보다 너무많은 oil 를 Governor 에 넣는데있다. Instruction Book 은 governor oil 의 正確한 level 에 關하여 規定해있다. 어느 Governor 에서는 oil level 이 Flyball Head Casing 까지 오면, Ball Arm 은 Oil 와 空氣의 乳劑를 形成하는데 마치 鷄卵攪拌器와 같은 役割를 한다.

修理法은 oil level 를 Instruction Manual 의 指示대로 oil level 를 調整하므로서 이룩할수있다.

V Hydraulic Governor의 實驗

1. Hydraulic Governor 의 實驗裝置

實驗하고자하는 Governor 를 그에 適合한 實際機關에다 裝置하여 實驗하는 것이 原則이지만 여기서는 Hydraulic Governor 를 研究하는데 쉽게 理解할 수 있도록 機關代身에 變速이 잘되는 直流 motor 로서 Governor 를 驅動하고 Terminal Shaft 를 Rheostat 와 連結하여 Motor 의 field 電流로서 Motor 速度를 調整하게하고 Motor 의 回轉數를 Tachometer 에 나타나게하는 同時에 一定速度로 回轉하는 Speed Recorder 에 記入하도록 하였다. 또 Motor 軸에는 Break Drum 이 있어 Rope Brake Dynamometer 로서 Motor 의 出力을 測定하여 load 를 加減하게 한다. Terminal Shaft 他端에는 Unit Injector 의 Rack 와 連結하여 fuel 量을 調整하는 模樣을 나타나게 한다.

dCollection

實驗對象 Governor :

Woodward Governor UG 8 L

For prime movers

Serial number 231987

Governor speed 375~1400 r. p. m.

Capacity 5 foot pound

驅動 Motor :

D. C. 100 Volt 1/2 馬力

回轉數 1800 r. p. m.

Fig 19는 實驗裝置의 外形圖이다.

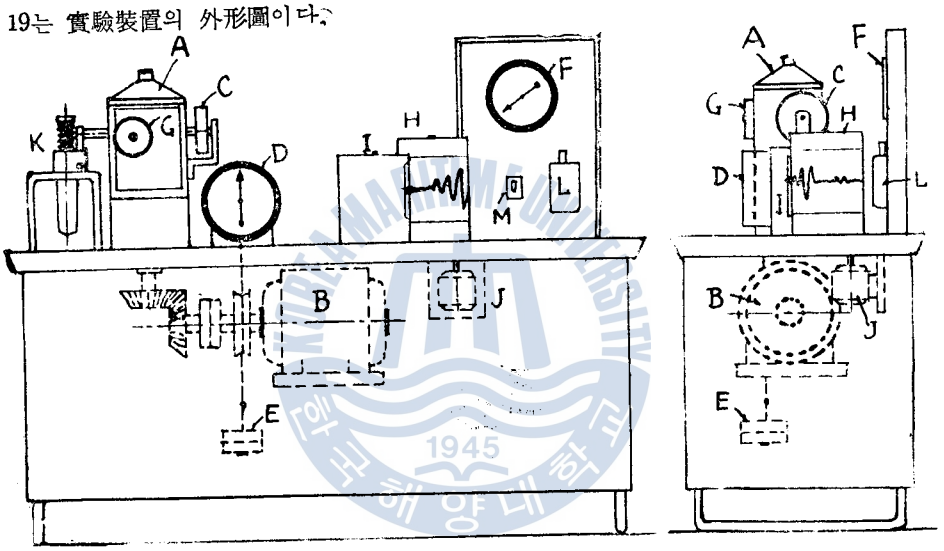

Fig. 19

A : Governor

B : D. C. Motor

C : Rheostat

D : Balance } Dynamometer

E : Weight }

F : Tachometer

G : Speed Control Knob

H : Speed Recorder Drum

I : Speed Recorder

J : Speed Recorder Drive Motor

K : Injector

L : Switch (B의)

M : Switch (J의)

2. Governor 의 實驗

C曲線을 研究하기위해 Speed Control Knob(Synchronizer Adjusting Knob)를 一定位置에 놓고 卽 Speeder Spring 의 上端을 固定하여 load 를 增減하여 回轉數와 Flyball 의 centroid 의 位置를 測定한다. 이때 實際機關에서는 Fuel Control Handle 를 maximum injection position 에 놓고 卽 Throttle 를 wide open 하지만 이 實際裝置에서는 Terminal Shaft 와 Rheostat 의 連結를 떼고 Rheostat 를

Collection

適當하게 set 한 다음 回轉數를 測定, Dynamometer 로서 次式에의해 load 를 計算한다.

$$BHP=\frac{(W-w)\pi DN}{4500}$$

B. H. P. =實馬力(hp)

W=Weight 의 무게(kg)

w=Spring 의 示度(kg)

D=Break Drum 의 直徑 10cm=0. 1m

N=r. p. m.

W=O 때. w=O 때 N=1100 B. H. P=O (no load)

W=7kg, w=0. 2kg 때 N=600 B. H. P=0. 285hp (full load)

이때의 speed droop 은

normal speed r. p. m. 600

no load r. p. m. 1100

$$\frac{1100-600}{600}=\frac{500}{600}=83.3\%$$

Flyball 의 遠心力 $_o$는 (12)式부터

$$C=\{k(b/a)^2-W/a\}r+\{Q+F_o+ky_o-kr_o(b/a)\}(b/a)+Wr_o/a \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots (12)$$

에서 Fig. 20 參照

W=0. 188kg : Flyball 두個의 무게

a= 2 cm : 支点부터 Flyball 의 centroid 까지의 垂直거리

b=1. 5cm : 支点부터 Sleeve 을 움직기는 Arm 의 거리

k= 4 kg/cm : Spring constant

Q= 0 : Sleeve 의 무게는 無視한다.

F_o= 5 kg : Knob 의 位置를 5 에 논다.

x_o=2cm : Arm 支点과 回轉軸中心間의 거리

$$C=\{4\left(\frac{1.5}{2}\right)^2-\frac{0.188}{2}\}r+\{5+4\cdot y_o-4\cdot 2\left(\frac{1.5}{2}\right)\}\left(\frac{1.5}{2}\right)+0.188\frac{2}{2}$$

C=2. 156r+3y_o—0. 56(kg) : Flyball의 遠心力

r : Flyball 의 centroid 부터 回轉軸中心까지 거리

travel 1. 3~2. 7cm

r(cm)	y_o(cm)	C(kg)
1. 3	—0. 5	0. 75
2	0	3, 75
2. 7	+0. 5	6. 76

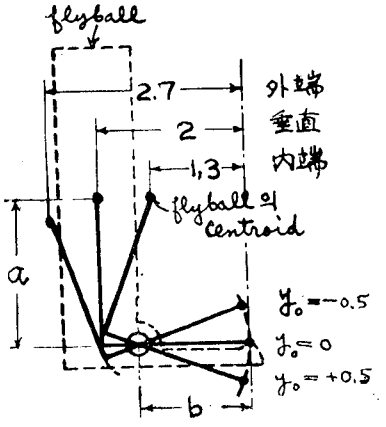

Fig. 20

dCollection

y, 는(Sleeve) Speeder Rod 의 變位로서 Flyball 이 直立하였을때의 normal speed 에서의 變位을 zero 로 하여 上, 下로 +, —를 잡는다.

위의 값을 代入하여 計算하고 横軸에 r 縦軸에 C 를 plot 하여 Fig 21 와 같은 C 曲線을 作成하고 Governor Test Stand 로서 여러回轉數에서의 各 Flyball 의 centroid 位置를 測定하여 記入한다.

N(rpm)	r(cm)
600	1.4
700	1.5
800	1.6
900	1.8
1000	2.1
1100	2.5

遠心力 C 代身에 y軸에 回轉數를 x軸에는 Flyball 의 位置 r 또는 機關의 load 를 나타내여 Fig 21 부터 speed droop 曲線을 Fig 22와 같이 求할수있다.

Speeder Spring 의 調整始何가 Governor 에 미치는 影響을 살펴보면 우선 Synchronizer Adjusting Knob 를 調整하기에 適當한 곳에 놓아 基準으로 삼고 C曲線을 Fig 23 의 点線 A B, Speed Droop 曲線을 Fig 24의 点線 AB 로서 表示하여 다음것과 比較한다.

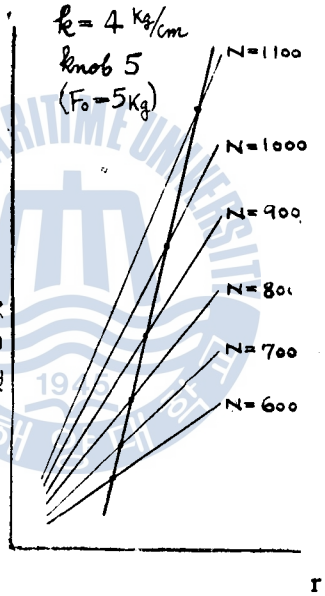

Fig. 21

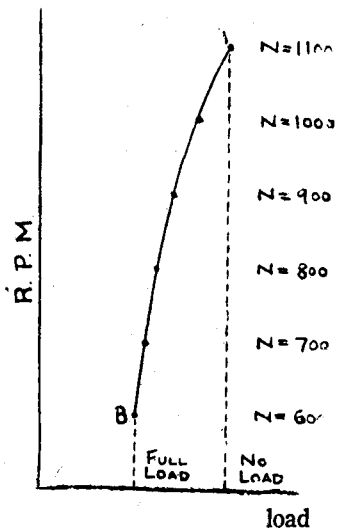

Fig. 22

(1) 同一 Spring의 tension 을

a) 조였을때

卽 Synchronizer Adjusting Knob 를 基準보다 많이 돌리고 (F_0=6kg) Rheostat 와 Terminal Shaf, 와의 連結를 끊고 no load 부터 full load 로 load 를 加할때의 C曲線을 Fig 23의 A_1B_1, speed droop 曲線을 Fig 24의 A_1B_1 로서 나타낸다

b) 풀었을때

Synchronizer Adjusting Knob 를 基準보다 적게 돌려(4 : Fo=4kg) 卽 Speeder Spring 의 tension을 弱하게 하고 前과같이 C曲線을 Fig 23의 A_2B_2, speed droop 曲線을 Fig 24 의 A_2B_2로 나타낸다.

a)와 b)를 比較하여 Spring 를 조이면 speed droop 는 減少하고 Spring 를 풀면 speed droop 는 增大한다.

dCollection

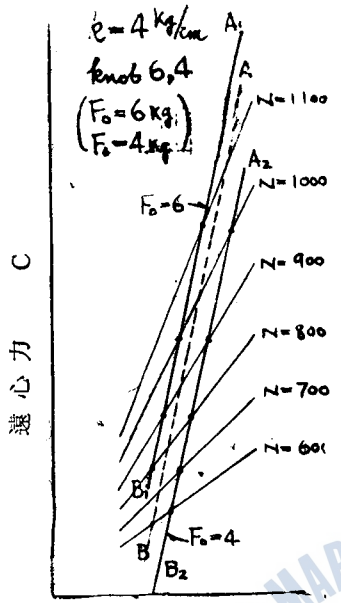

Fig. 23

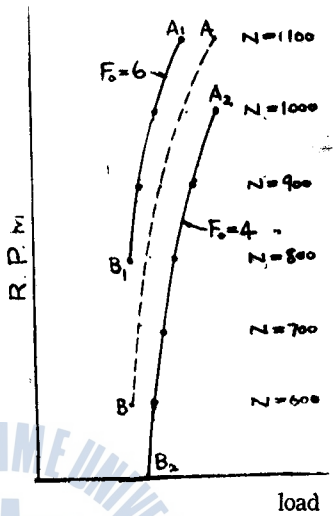

Fig. 24

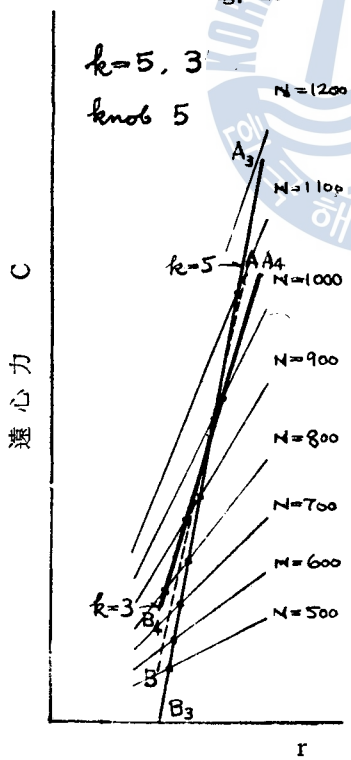

Fig. 25

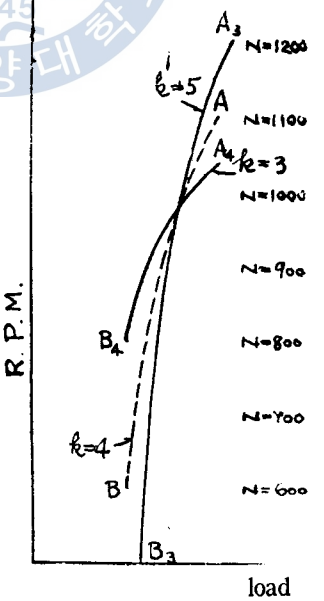

Fig. 26

KOREA MARITIME UNIVERSITY 1945 해양대학교
dCollection

(2) 異種의 Spring 을 使用할때

(c) 强한 Spring 을 使用할때

卽 Synchronizer Adjusting Knob 를 어느位置에 固定하고 (knob位置 : 5) 元來의 Speeder Spring (k= 4 kg/cm) 보다 强한 Spring(k= 5 kg/cm) 를 使用 (Spring 의 free length 는同一할것)하며, Rheostat 와 Terminal Shaft 와의 連結를 끊고 no load 부터 full load 로 load 를 加할때의 C曲線은 Fig 25의 A_3B_3, speed droop 曲線은 Fig 26 의 A_3B_3, 로서 나타난다.

(d) 弱한 Spring 을 使用할때

卽 元來의 Speeder Spring(k= 4 kg/cm) 보다 弱한 spring(k=3 kg/cm)을 使用, 但 Spring 의 free length 는 同一하다. Synchronizer Adjusting Knob 를 c)와 同一한 位置에 固定하고 Rheostat와 Terminal Shaft 와의 連結를 끊고 no load 부터 full load 로 load 를 加할때의 C曲線은 Fig 25의 A_4B_4, speed droop 曲線은 Fig 26의 A_4B_4 로서 나타난다.

c)와 d)를 比較해보면 强한 spring 을 使用하면 speed droop 는 增大하고 弱한 Spring 을 使用하면 speed droop 는 減少한다.

以上의 實驗結果를 平列運轉하는 두 交流發電機에 應用하여 생각해보자

지금 두 交流發電機가 同一한 出力으로 平列 運轉한다면 Fig 27 (A) (B) (C)에서 Fig. (A) G_1H_1 는 No. 1 發電機의, Fig (B) G_2H_2 는 No. 2 發電機의, Fig (C) GH는 平列運轉時의 두發電機를 綜合한것의 各各의 speed droop 曲線일때 No. 2 發電機 Governor 의 Speeder Spring 의 tension 을 調整하므로서 어떠한結果가 나타나는가를 알기 위해

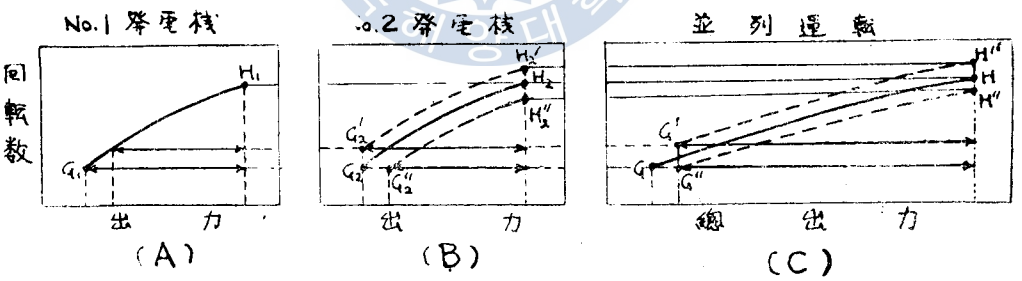

Fig. 27

(1) No. 2 發電機 Governor 의 Speeder Spring 의 tension 을 强하게하면 speed droop 曲線 G_2H_2 는 $G_2'H_2'$ 로 된다. No. 2 發電機가 overload 않을냐며는 No. 2 發電機는 回轉數는 若干오르고, 前과같이 full load 지만 No. 1發電機는 load 가 주러드러 Fig (C)의 G′H′와 같이 total load 는 full load 보다 적어진다. 卽 全体出力은 줄고 No. 2發電機는 No. 1發電機 보다 出力이커진다.

(2) No. 2發電機 Governor 의 Speeder Spring 의 tension 을 弱하게하면 speed droop 曲線 G_2H_2는 $G_2''H_2''$로 되고 綜合的으로보면 Fig(c)에서 GH는 G″H″가 된다. 卽 No. 2發電機의 load 는 No. 1發電機의 load 보다 적어지고, overload 않는다면 total load 는 줄어든다.

dCollection

다시 Compensation 作用을 究明하기 위해 Terminal Shaft 와 Rheastat 를 連結하고 Speed Control Knob 를 돌려 Speed Recorder 에 나타나는 回轉數와 時間과의 關係를 보면

(1) Fig 28의 Fig. (11) Compensating Adjusting Pointer 의 位置를 minmum 에 놓고 1000r. p. m 하든것을 Speed Control Knob 로서 850r. p. m 로 떠러트렸을때의 回轉數와 時間 關係圖로서 (A)는 Compensating Needle Valve 의 開度을 0 卽 完全히 장을때고 (B)는 1/4 回轉開弁하였을 때것이며 (C)는 1 回轉開弁하였을때의것이다.

Fig (2)는 Compensating Adjusting Pointer 의 位置을 minimum 에서 maximum 쪽으로 2点을라간 곳에 固定하여 實驗한것으로 Compensating Needle Valve의 開度關係 (A)(B)(C)는 Fig (1)때과 같다.

Fig (3)은 Compensating Adjusting Pointer 의 位置를 minimum 에서 maximum 쪽으로 4 点을라간 곳에 固定하여 實驗한것으로 Compensating Needle Valve의 開度關係 (A)(B)(C)는 Fig (1)때과 같다.

어느경우라도 Speed Control Knob 를 돌리는 速度는 同一하다.

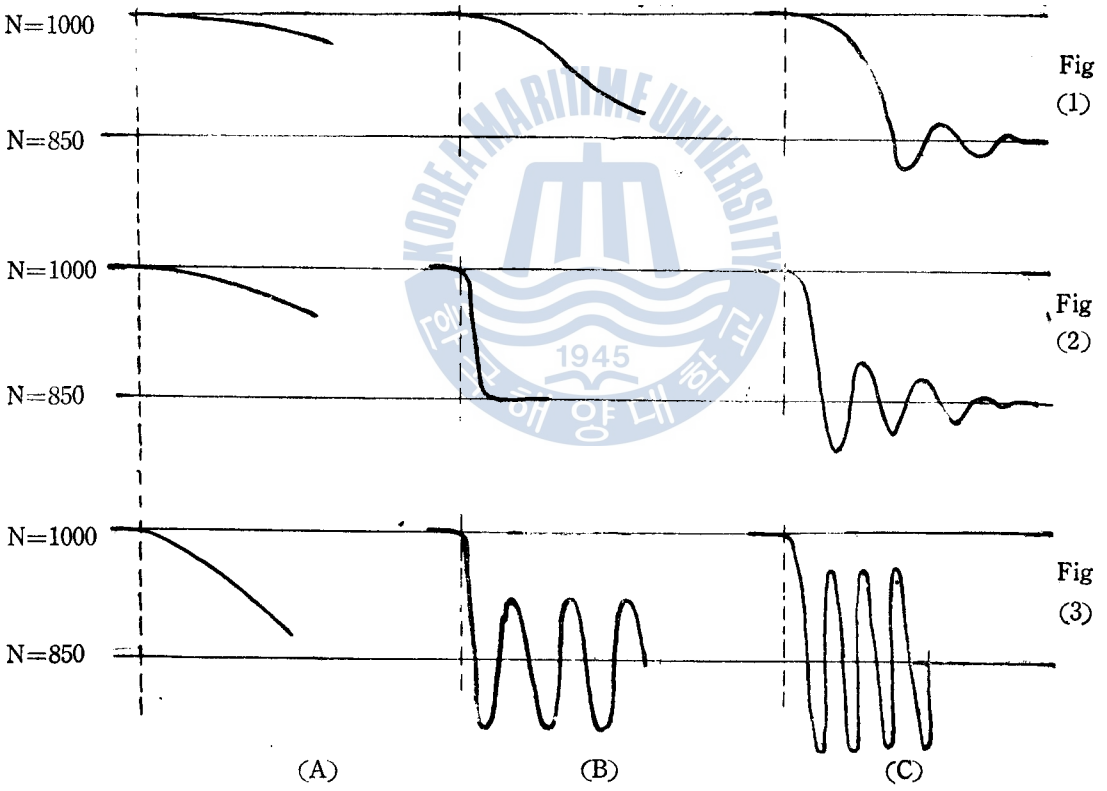

Fig. 28

以上의 關係를 보면 Compensating Needle Valve 의 開度가 적으면 hunting 이 잘 이러나지 않으며 너무 잠겨있으면 Receiving Compensating Piston 의 運動이 自由롭지 못하야 速度를 變化시키려는 signal 에 對한 response 가 아주느리고 sensitinity 가 低下한다.

Compensating Adjusting Pointer 의 位置가 minimum 부터 멀어질수록 Actuating Compensating

dCollection

Piston 의 運動距離가 커져 compensation 作用을 過度하게 하므로서 hunting 이 이러나, steady 運轉이 困難하게 된다. 이때 速度變化의 signal 에 對한 response 는 빠르지만 速度變動의 振動數와 振幅이 매우크다. 가장 理想的인 경우는 Fig, (2)의(B)로서 hunting 도 이러나지 않고 response도 빠르다. 이와같은 Compensation 作用을 시킬려며는 우선 Compensating Adjusting Pointer 를 minimum 에 놓고, Compensating Needle Valve 를 3, 4回轉 열어 hunting 하게하고, Needle Valve 를 hunting 이 없어질때까지 점점 잠근다. 그래도 hunting 이 멎지않으면 Compensating Adjusting Pointer 를 minimum 부터 maximum 쪽으로 若干移動하여 Needle Valve 의 調整을 다시한다.

Ⅵ 結 論

實驗對象 Governor 가 Wooodward UG—8 L (for Prime mover)것이 아니고 UG-8 Dial Control것이 두個있었다면 parallel 運轉實驗도하여 speed droop 와 load interchange 關係를 깊이 究明할수있었으나 參考資料및 文献의 不足으로 內容이 充實치 못하였으며 Governor Test Stand 의 製作에 있어서도 工作不良, measuring instrument 의 不適當등의 結果로 實驗 data 가 좀더 正確을 期하지못한것이 遺憾이다. 끝으로 Governor Test Stand 製作에 助力해준 여러學生에 感謝드린다.

參 考 文 献

(1) 渡部寅次郎：ディーゼル機關(Ⅱ) P. 477 岩波書店 1939
(2) 內丸最一郎：改訂 內燃機關(前) P. 201 丸善會社 1935
(3) 長尾不二夫：改著 內燃機關講義(下) P. 364 養賢堂 1953
(4) 隅田忠實：新訂 船用機關計算法 P. 126 海文堂 1962
(5) 高橋安人：機械設計 ハンドブック P. 13—42 共立出版 1961
(6) U. S. NAVY : Fundamntals of Diesel Engins P. 90
(7) 高橋安人：機械設計 ハンドブック P. 13-33 共立出版 1961
(8) 谷口 修：機械力學(Ⅱ) P. 165 養賢堂 1957
(9) 谷口 修： 〃 P. 29 〃 〃
(10) Diesel Engineeing Hand Book P. 427 U. S. Navy
(11) Woodward UG—8 Governor Dial Control Bulletin 03004c P. 2
(12) Diesel Engine Maintenence Training Manual P. 107 U. S. NAVY

dCollection