VII. 주적립방식의 수리적 模型化

앞장에서 설명한 주적립방식 (특히 加入年齡方式과 未來豫想單位方式)의 개념적 설명에 대한 수리적 접근법을 설명한다. 모형화 가정에 기초하여 어떻게 가격을 책정하는지를 수리적으로 모형화함에 주된 목적이 있다.

1. 모형화 가정 [47]

가. 계산기초(Actuarial Assumptions)

(A) 인구통계적 가정(Demographic Assumptions):

· 加入年齡(entry age) = a (모든 신규가입자는 a세에 가입함)

· 퇴직연령 (normal retirement age; NRA) = 퇴직연금수급개시연령 (normal pension age; NPA) = r (단일 퇴직 및 연금개시 연령을 가정함)

· 가입구성원(model membership): 퇴직연금제도발족부터 정태적(Stationary)이고 근로가입자(Active members)와 퇴직가입자(Retired members)로 한정 (중도탈퇴자 없음)

(즉, 가입구성원은 선정된 생명표에 따라 매년 l_a명이 신규가입하고 l_r명이 퇴직하는 규칙성을 가정하며 따라서 단위기간(unit time period)은 1년임)

---

47) 통계적 접근법에 의한 결과를 모은 미래의 경제적, 인구통계적 그리고 기타 상황에 대한 가정들의 집합으로 수리적 모형화의 틀을 제공한다.

나. 경제적 가정(Economic Assumptions):

· **퇴직연금제도 발족시점**: $t = 0$

· **임금증가율**(salary growth rate) = f(**임금승급율**, **임금상승률**);

- **임금승급율**(promotional salary scale) $\equiv ss(x)$, $a \leq x \leq r-1$

(**기준승급율은 加入年齡** a**를 기준으로 작성됨. 단** $ss(a) = ss(a-1) = 1$)

- **임금상승률**(salary inflation rate) = i_s, $(1+is) = e^{\beta}$, $i_s > 0$

- **제도 발족시 가입자 임금** = s_0

· **시산이율**(Valuation interest rate) = i_v, $(1+ i_v,) = e^{\delta}$, $i_v > 0$

(**즉,** i_s**와** i_v**는 단위기간에 대해 고정된 양수임. 물론 수리적으로 '**i_s &, i_v**)> -1'이면 충분하지만 비현실적인 부분까지 가정하는 것은 차후에 수리적 결과를 해석할 때 다소의 번잡성을 惹起하므로 양수라고 축소 가정함**)

· 정의된 급부는 최종임금형으로 生存年金(Life Annuity)**으로 한정하고 연초에 지급하는 期時給으로 함. 급부공식**(Benefit Formula)**은 다음과 같다**:

⇒ **연간연금**(Annual Pension) $\equiv$ AP = h(**年金給付發生率**)×**加入年數**×**退職時賃金**

(C) **퇴직연금 계리적 평가는 每年末** t**시점에서 행해짐 (따라서 수리적 모형화는 이산시간접근법** (discrete time approach)**에 기초함**);

(D) **근로자의 임금은 每年初에 지불되지만, 퇴직시 최종임금은 수리적 번잡성을 피하고 아울러 連續時間接近法**(continuous-time approach)**과의 유사성을 유지하기 위해** r-1**세 최종임금이 임금상승률에 의해** 1**년 더 증가함**.

(E) 퇴직연금제도로의 標準醵出金의 유입 및 연금급부의 유출 또한 每年初에 발생한다.

(F) 논리의 일반성을 상실함이 없이 승급율은 고려하지 않기로 한다[48].

(G) 위의 모든 가정들이 현실적으로 모두 실현됨.

2. 주요 연금관련 주요 再歸公式(Recursion formulae)과 기호

아래의 再歸公式 ① ③은 §7.3에서 다룰 여러 가지 再歸等式(recursive equation)을 유도하는데 적용될 것이다.(여기에서 $\alpha = \delta - \beta$)

① $\ddot{a}_{x+1}^{(\alpha)} = (l_x / l_{x+1}) \times e^{\alpha} \times (\ddot{a}_x^{(\alpha)} - 1) = N_{x+1} / D_{x+1}$

---

48) 왜냐하면 t시점에서 a세 가입자가 받게될 연간연금을 PA(t, a)라하고 생존연금의 현재가치를 PVFB(t, a)라 하면 $AP(t, a) = h \times (r-a) \times s_0 \times e^{\beta t} \times e^{\beta (r-a)} \times ss(r-1)/ss(a)$,

$$
\begin{aligned}
PVFB(t, a) &= PA(t, a) \times {}_{r-a|}\ddot{a}_a^{(\delta)} \\
&= PA(t, a) \times e^{-\delta (r-a)} \times l_r / l_a \times \ddot{a}_r^{(\delta)} \\
&= h \times (r-a) \times s_0 \times e^{\beta t} \times e^{(\beta - \delta)(r-a)} \times {}^s l_r / {}^s l_a \times \ddot{a}_r^{(\delta)} \\
&\quad (\because {}^s l_y \equiv ss(y-1) \times l_y,\ a \le y \le r) \\
&= h \times (r-a) \times s_0 \times e^{\beta t} \times {}_{r-a|}{}^s\ddot{a}_a^{(\delta - \beta)}
\end{aligned}
$$

여기에서 (r-a)년 거치 기시급 종신생존연금 ${}_{r-a|}\ddot{a}_a^{(\delta)}$ 에 대한 연금계리적 해석은 다음절에서 설명된다. 따라서 생존함수(survival function) l_y를 승급생존함수(salary-survival function) ${}^s l_y$로 기수표(commutation table)에서 단순히 전환함으로써 (즉, $l_y \rightarrow D_y \rightarrow N_y \Rightarrow {}^s l_y \rightarrow {}^s D_y \rightarrow {}^s N_y$) 수리적으로는 아무런 어려움이 없고 단지 표기상의 번잡성이 있을 뿐이므로 여기에서는 승급율을 고려하지 않는다는 의미이다. 결론적으로 t시점에서 y세 가입자의 현재임금은 승급율을 고려하면 $s_0 \times e^{\beta t} \times ss(y)/ss(a)$이지만, 승급율을 고려하지 않으면 결국 $\forall y,\ s_0 \times e^{\beta t}$로 동일하다.

$$(\because\ \ddot{a}_x^{(\alpha)} = \sum_{j=0}^{\infty} e^{-\alpha j} \times (l_{x+j}/l_x) = N_x / D_x)$$

② $${}_{n-1}|\ddot{a}_{x+1}^{(\alpha)} = (l_{x+n}/l_{x+1}) \times e^{-\alpha(n-1)} \times \ddot{a}_{x+n}^{(\alpha)} = (l_x/l_{x+1}) \times e^{\alpha} \times {}_n|\ddot{a}_x^{(\alpha)}$$

$$(\because\ \ddot{a}_{x:n}^{(\alpha)} = \sum_{j=0}^{n-1} e^{-\alpha j} \times (l_{x+j}/l_x) = (N_x - N_{x+n}) / D_x$$

$${}_n|\ddot{a}_x^{(\alpha)} = \sum_{j=n}^{\infty} e^{-\alpha j} \times (l_{x+j}/l_x) = \ddot{a}_x^{(\alpha)} - \ddot{a}_{x:n}^{(\alpha)} = (l_{x+n}/l_x) \times e^{-\alpha n} \times \ddot{a}_{x+n}^{(\alpha)}$$

$$= N_{x+n} / D_x\ )$$

③ $$\dot{s}_{x:n+1}^{(\alpha)} = (l_{x+n}/l_{x+n+1}) \times e^{\alpha} \times (\dot{s}_{x:n}^{(\alpha)} + 1)$$

$$(\because\ \dot{s}_{x:n}^{(\alpha)} = \ddot{a}_{x:n}^{(\alpha)} / {}_nE_x^{(\alpha)} = \sum_{j=0}^{n-1} e^{\alpha(n-j)} \times (l_{x+j}/l_{x+n})\ )$$

다음으로 아래의 기호는 §7.3에서 다룰 적립방식의 특성을 이해하는데 도움이 될 것이다.

$$PVB(t, x) = PVB(t, x; P) + PVB(t, x; F)$$

; **t시점 x세 근로가입자가 퇴직시 받게될 생존연금의** 현금흐름을 (t, x)**시점으로 現價조치한 함수값으로** (t, x)**시점이전의 과거근무**(past service)**에 의해 발생된 생존연금의 현재가치,** PVB(t, x; P),**와** (t, x)**시점 이후 예상되는 向後勤勞勤續**(future service)**에 의해 발생할 생존연금급부의 현재가치,** PVB(t, x; F)**으로 대별된다.**

참고로 §7.1**의 모형화 가정을 적용하여 수리적으로 모형화하면,** x

= a, a+1, ..., r-1**에 대하여**

PVB(t, x)

= Actuarial Present Value(APV) of future benefits for a member aged x, existing at time t, computed at time t

$= h \times (r-a) \times s_0 \times e^{\beta (t+r-x)} \times {}_{r-x}| \ddot{a}_x^{(\delta)}$

$= \underline{h \times (x-a) \times s_0 \times e^{\beta (t+r-x)} \times {}_{r-x}| \ddot{a}_x^{(\delta)}}$

↑ (≡ PVB(t, x; P); APV of Past service benefits)

$+ \underline{h \times (r-x) \times s_0 \times e^{\beta (t+r-x)} \times {}_{r-x}| \ddot{a}_x^{(\delta)}}$

↑ (≡ PVB(t, x; F); APV of Future service benefits)

따라서, PVB(t, x), PVB(t, x; P), PVB(t, x; F) **사이의 수리적 관계는**

$\Rightarrow PVB(t, x; P) = PVB(t, x) \times \frac{x-a}{r-a}$

$\Rightarrow PVB(t, x; F) = PVB(t, x) \times \frac{r-x}{r-a}$

; **즉**, PVB**의 일정비율**(pro rata fraction)**로 표현됨**.

3. 주적립방식 수리적 모형

아래에서 다룰 적립방식의 주요변수들(**예**; NC, AL)**의 왼쪽 영문 위첨자 둘은 각 적립방식의 특성에 의해 算出됨을 의미하며 아울러 다른 적립방식과의 표기상의 혼돈을 피하기 위함이다. 여기에서는 두 가지 주적립방식에 대해서만 살펴본다. 즉, 미국, 일본 등의 선진 외국에서 연금계리인에 의해 많이 사용되고 있고 향후 우리나라 퇴직연금보험상품 개발시 채**

택 가능성이 높은 加入年齡方式(EAM)에 대해 먼저 알아보고, 또한 영국에서 가장 많이 채용되고 있으며 아울러 미국, 캐나다 등 선진 외국에서도 연금계리인에 의해 많이 사용되고 있는 未來豫想單位方式(PUM)에 대해 다음으로 살펴본다. 그러나 중간중간 이해의 폭을 넓히기 위해 기타 적립방식에 대해 필요할 시 간단히 언급한다 - 논의 편리성을 위해 주적립방식의 보완적 적립메커니즘인 補助積立方式에 대해서는 다음장 §8.7에서 다룬다.

가. 加入年齡方式(EAM)

우선 수리 모형화하기전에 앞장에서 설명한 加入年齡方式의 적립특성중 대표적 특성을 환기시키면

① EAM 개발의 접근철학은 '신규근로가입자가 향후 발생할 총연금급부에 대해 전근로예상가입기간 (즉, 예상적립기간) 동안 받게될 기준총임금을 어떻게 균등하게 배분하는가?' 라는 문제 제기에서 출발한다 - 여기에서 '균등하게 배분'의 의미는 돈의 시간가치(즉, 이자)를 고려한 現價개념이다. 결론적으로, 標準醵出金公式(standard contribution formula)은 가입시부터 퇴직시까지 현재임금의 일정부분(constant %)으로 표현되는 平準積立의 특성을 가진다;

② 실제 신규가입자의 연령분포를 고려한 후 假想加入年齡(assumed entry age; e)을 하나 선정하고 e세의 근로가입자를 假想가입자(notional member)라 하며 모든 근로가입자의 평가일 현재 실제연령을 무시하고 전원 假想가입자라고 취급하여 전체근로가입자의 標準醵出金을 산정한다;

③ 개인별로 標準醵出金과 標準負債를 계산하여 전체(근로, 퇴직)가입자에 대해 합산하는 個別算定特性과 전근로예상가입기간 (i.e. r-e)과 임금증가율에 의해 예측된 최종임금(projected final salary)을 미래발생급부산정에 전적으로 고려하는 未來發生給付算定特性을 가진다;

④ 따라서 모든 신규가입자가 e세에 가입한다면 제도설립초기에 필연적으로 e+1세 r-1세 기존근로자에 대해서는 필연적으로 설립초기 標準負債 AL(0) (설립초기 과거근무부채 PSL)가 발생하므로 이에 상응하는 충당금 조달 필요성이 있다 [49]. 그러나 설립초기에 EAM을 적용하여 최대 r-e기간에 걸쳐 AL(0)를 償却하면 그 이후에는 (설립초기) PSL의 문제는 사라지며 아울러 안정적으로 필요재원을 적립(stable pace of funding)할 수 있다.

다음으로 標準醵出金(^{EA}NC)와 標準負債(^{EA}AL)를 각각 구하는 메커니즘에 대해 살펴본다.

(과정0)
假想加入年齡(e)은 위의 가정(A2)의 加入年齡(a)으로 함이 앞장 加入年齡方式의 개념적 설명에 부합한다

⇒ 假想근로가입자는 신규근로가입자와 동일 (즉, e = a)

---

49) 제도설립초기 모든 근로가입자의 연령이 e세라면 (설립초기)PSL = 0. 따라서, 모든 근로가입자의 평균연령이 e세보다 많으면 '(설립초기)PSL > 0' 관계가 성립한다.

(과정1)

시간 t**에서** a**세의 근로가입자의 현재임금을 나타내는 임금함수값**(salary function value)**을** $S(t, a)$**라하면**,

$\Rightarrow S(t, a) = s_0 \times e^{\beta t} = S(t, x) \equiv S(t)$ & $S(0, a) = S(0, x) = s_0$

(∵ **가정** (E)**에 의해**, **즉 근로가입자 모두에 대해 현재임금은 동일하고 단지 시간** t**에 의존하는 임금함수** $S(.)$ **나타냄**)

$\Leftrightarrow S(t+1) = e^{\beta} \times S(t)$ **와 초기값** $S(0) = s_0$ [50]

연간연금을 나타내는 함수값을 ${}^{EA}AP(t,a)$**라 하면**

$\Rightarrow {}^{EA}AP(t, a) = h \times (r-a) \times e^{\beta (r-a)} \times S(t)$

$\Rightarrow$ **일반화하면**,

${}^{EA}AP(t, x) = h \times (r-a) \times e^{\beta (r-x)} \times S(t) \equiv {}^{EA}H \times {}^{EA}PS(t, x)$,

$x = a, a+1, ..., r-1.$

여기에서 ${}^{EA}H = h \times (r-a)$, ${}^{EA}PS(t, x) = e^{\beta (r-x)} \times S(t)$ [51].

(과정2)

(t, a) **시점에 존재하는 근로가입자가** r**세부터 받게될 생존연금의 현금흐**

---

50) **소위 말하는** 1**차 재귀성장등식**(first-order recursive growth equation)**으로 임금함수를 표시할 수 있음을 나타낸다. 시간에 종속적인 함수**(time-indexed function)**는 이와 같은 재귀성장등식으로 표현함으로서 동태적 성장모형**(dynamic growth model)**으로 전환이 가능하다.**

51) **위에서 언급한** EAM**의 적립특성** (iii)**에서 전근로가입기간**(i.e. r-a, years of the total (past & future) pensionable service)**과 최종임금까지의 예측을 전적으로 고려하므로** ${}^{EA}H$**는 고정된 상수이고,** ${}^{EA}PS(t, x)$**는** (t, x)**시점에서의 최종임금까지의 예측**(projected final salary)**을 나타내는 함수이다. §**7.1**의 가정**(C)**에 의해 최종임금은 年初에 지불되므로 엄밀한 의미에 있어서** ${}^{EA}PS(t, x)^* = e^{\beta (r-x-1)} \times S(t)$ (i.e. **근로가입자의** r-1**세 임금이 최종임금**)**로 표현되지만** r-1**세 최종임금이 임금상승률에 의해** 1**년 더 증가한다는 가정에 의해** ${}^{EA}PS(t, x) = {}^{EA}PS(t, x)^* \times e^{\beta}$.

름을 (t, a)시점으로 現價조치한 함수값을 ${}^{EA}PVB(t, a)$라 하면

$\Rightarrow \quad {}^{EA}PVB(t, a) = {}^{EA}AP(t, a) \times {}_{r-a|}\ddot{a}_a^{(\delta)}$

일반화하면, ${}^{EA}PVB(t, x) = {}^{EA}AP(t, x) \times {}_{r-x|}\ddot{a}_x^{(\delta)}$, $x = a, a+1, ..., r-1$.

(참고 7.1) ▶ ${}^{EA}PVB(t, x)$는 전근로예상가입기간을 고려하므로 §7.2에서 정의된 $PVB(t, x)$와 동일하다 ◀

(과정3)

(t, a) 시점에 존재하는 근로가입자가 예상가입기간(i.e. r-a)에 걸쳐 매년 받게될 생존임금의 현금흐름을 (t, a)시점으로 現價조치한 함수값을 ${}^{EA}PVFS(t, a)$라 하면

$$\Rightarrow \quad {}^{EA}PVFS(t, a) = S(t) \times \sum_{x=a}^{r-1} e^{\beta(x-a)} \times e^{-\delta(x-a)} \times l_x / l_a$$

$$= S(t) \times \ddot{a}_{a:r-a}^{(\delta-\beta)}$$

일반화하면, ${}^{EA}PVFS(t, x) = S(t) \times \ddot{a}_{x:r-x}^{(\delta-\beta)}$, $x = a, a+1, ..., r-1$.

(과정4) - 위에서 언급한 적립특성(i)에 대응하는 수리적 접근과정

${}^{EA}PVFS(t, a)$의 한 단위에 대해 할당된 ${}^{EA}PVB(t, a)$ 수준 (혹은 ${}^{EA}PVFS(t, a)$의 한 단위가 부담해야할 ${}^{EA}PVB(t, a)$ 수준)

$\Rightarrow \quad {}^{EA}PVB(t, a) \;/\; {}^{EA}PVFS(t, a) = {}^{EA}H \times e^{\beta(r-a)} \times [{}_{r-a|}\ddot{a}_a^{(\delta)} / \ddot{a}_{a:r-a}^{(\delta-\beta)}]$, independent of time t

; 따라서 시간 t에 대해 독립적이므로 a세 근로가입자의 예상적립기간(i.e. r-a)에 걸쳐 매년 계리평가일 현재의 임금수준 S(t)에 대하여 균일부분

(level fraction of current salary)**을 갹출함을 나타낸다.**

일반화하면 $[{}^{EA}PVB(t, x) / {}^{EA}PVFS(t, x)] = {}^{EA}H \times e^{\beta (r-x)} \times [{}_{r-x|}\ddot{a}_x^{(\delta)} / \ddot{a}_{x:r-x}^{(\delta-\beta)}]$, $x = a, a+1, ..., r-1$.

(과정5) - **假想가입자의 標準醵出金 산정**

假想가입근로자의 시간 t**에서의 標準醵出金을** ${}^{EA}NC(t, a)$**로 표기하면**

$$\Rightarrow {}^{EA}NC(t, a) = [{}^{EA}PVB(t, a) / {}^{EA}PVFS(t, a)] \times S(t)$$

$$= {}^{EA}PVB(t, a) / [{}^{EA}PVFS(t, a) / S(t)]$$

$$= {}^{EA}PVB(t, a) / \ddot{a}_{a:r-a}^{(\delta-\beta)} \quad \text{---(7.1)}$$

$$\Leftrightarrow {}^{EA}PVFNC(t, a) = {}^{EA}PVB(t, a) \quad (\because {}^{EA}PVFNC(t, a) = {}^{EA}NC(t, a) \times \ddot{a}_{a:r-a}^{(\delta-\beta)})$$

; **여기에서** $[{}^{EA}PVB(t, a) / \ddot{a}_{a:r-a}^{(\delta-\beta)}]$**의 수리적 의미는** ${}^{EA}PVB(t, a)$**을 예상적립기간**(i.e. r-a) **위에 균등하게 배분한다는 의미이다** (uniformly spreading-out over term r-a). **즉,** (t, a)**시점을 시작으로** (r-a)**기간 동안 생존시 매년 연금제도로 유입될 생존標準醵出金의 수준** ${}^{EA}NC(t, a)$**을 할인함수값**(discount function value) $e^{-(\delta-\beta)}$**으로** (t, a)**시점에 現價조치하면** (i.e. ${}^{EA}NC(t, a) \times \ddot{a}_{a:r-a}^{(\delta-\beta)}$) **이것은 바로** r**세 퇴직시 지불된 생존연금의 현금흐름을** (t, a)**시점에서의 현재가치** PVB(t, a)**와 동일하다는 것이므로 앞장** §6.7.**가.에서 설명한 "醵出金積立原則" 즉 收支相等의 원칙이 가입시점** (t, a)**에서 성립함을 잘 표현하고 있다** ($\because$ (t, a)**시점에서의 표준부채인** ${}^{EA}AL(t, a) = 0$ **이므로**).

(참고7.2) **▶ 상식적으로 제도설립초기 기존근로가입자의 실제연령**(i.e.

a+1 r-1세)이 加入年齡보다 많으므로 $NC(t, a) < NC(t, a+1) < \dots < NC(t, r-1)$ 관계가 정상적이지만, 위에서 언급한 EAM 적립특성 (iii) & (iv)에서 언급한 것처럼 ${}^{EA}NC(t, a) = {}^{EA}NC(t, a+1) = \dots = {}^{EA}NC(t, r-1)$ 관계가 성립한다. 이는 제도발족시의 高연령의 高標準醵出金 부담을 줄이기 위해 假想加入年齡이라는 것을 선정하여 모든 근로가입자가 假想가입자라는 대전제속에서 출발하는 적립방식이다. 이러한 문제점을 극복하기 위해 소위 말하는 個別加入年齡方式(Individual Entry Age method(IEAM)이라는 것이 있는데 이는 EAM와 비슷하지만 單一假想加入年齡 前提를 확장하여 근로가입자의 제도발족시의 실제연령을 각자의 假想加入年齡으로 산정하는 특성을 가진다. 따라서 설립초기의 과거근무부채문제는 없지만 高연령의 高標準醵出金 부담문제가 생기며, 수리적으로는 위의 ${}^{EA}NC(t, a)$산정의 일반화에 해당한다. 즉,

$$ {}^{IEA}NC(t, x) = [{}^{IEA}PVB(t, x) / {}^{IEA}PVFS(t, x)] \times S(t) $$

$$ = {}^{IEA}PVB(t, x) / \ddot{a}_{x:r-x}^{(\delta-\beta)}, \quad x = a, a+1, \dots, r-1. $$

$$ \Leftrightarrow {}^{IEA}PVFNC(t, x) = {}^{IEA}PVB(t, x) $$

$$ (\because {}^{IEA}PVFNC(t, x) = {}^{IEA}NC(t, x) \times \ddot{a}_{a:r-a}^{(\delta-\beta)}) $$

; 각 加入年齡(즉, 실제연령)에 대해 각출금적립원칙인 收支相等의 원칙이 성립한다 ◀

(참고7.3) ▶ §6.7.나.에서 설명한 先一時金方式(Initial Funding Method; IFM)은 가입시 필요재원을 일시에 적립함으로 ${}^{IF}NC(t, a) = {}^{IF}PVB(t, a) = {}^{EA}PVB(t, a)$. 따라서 전예상적립기간(i.e. r-a)에 걸쳐 現價개념으로 균등하게 배분하는 어떠한 메커니즘도 없고 단지 Once-for-all payment 메커니즘을 취하고 있어 EAM와 잘 大別된다 ◀

(과정6) - 위에서 언급한 적립특성 (ii)에 대응하는 수리적 접근

따라서 시간 t에서의 총 標準醵出金을 ${}^{EA}NC(t)$로 표기하면

$$\Rightarrow \ {}^{EA}NC(t)$$

$$= [\sum_{x=a}^{r-1} lx] \times {}^{EA}NC(t, a)$$

$$= [{}^{EA}PVB(t, a)/{}^{EA}PVFS(t, a)] \times \underbrace{\sum_{x=a}^{r-1} [l_x \times S(t)]}_{\uparrow}$$

(시간 t에서의 근로가입자의 기준총임금; W(t))

$$= {}^{EA}c\% \times W(t) \qquad \text{---(7.2)}$$

; ${}^{EA}NC(t)$는 (시간 t 현재 존재하는 가입근로자들의 총수) × (假想가입근로자의 시간 t에서의 標準醵出金)으로 표현됨을 의미하고 이는 EAM상의 標準醵出金 산정특징으로 현재 존속하는 근로가입자의 실제연령에 관계없이 假想加入年齡에 획일적으로 적용받는다. 즉, ${}^{EA}NC(t, a) = {}^{EA}NC(t, a+1) = \ldots = {}^{EA}NC(t, r-1)$ 관계를 나타낸다. 따라서, 標準醵出金공식의 일반 형태를 취하고 있다: $NC(t) = c\% \times W(t)$, c = 상수 (independent of both time t & actual age x but dependent only on the assumed entry age a).

(과정7) - 이하 標準負債를 산정하는 과정임

· 앞장에서 언급한 것처럼 加入年齡方式이 미래예상급부방식이므로 標準負債는 미래예상標準負債(Projected Actuarial Liability)이다

· (t, x)시점에 있는 가입근로자로부터 향후 유입될 標準醵出金들의 현재가치를 ${}^{EA}PVFNC(t, x)$라고 하고 標準負債를 ${}^{EA}AL(t, x)$, $a \leq x \leq r-1$, 라 하면 [52]

$$\Rightarrow {}^{EA}PVFNC(t,\ x) = {}^{EA}NC(t,\ x) + {}^{EA}NC(t+1,\ x+1)\times e^{-\delta}\times l_{x+1}/l_x +$$
$${}^{EA}NC(t+2,\ x+2)\times e^{-2\delta}\times l_{x+2}/l_x + \ .\ .\ .\ +$$
$${}^{EA}NC(t+r-x-1,\ r-1)\times e^{-\delta}\times l_{r-1}/l_x$$
$$= {}^{EA}NC(t,\ x)\times \ddot{a}_{x:r-x}^{(\delta-\beta)} \quad (= {}^{EA}NC(t,\ a)\times \ddot{a}_{x:r-x}^{(\delta-\beta)})$$
$$(\because\ {}^{EA}NC(t+j,\ x+j) = {}^{EA}NC(t,\ x)\times e^{\beta j},\ 1\le j\le r-x-1\ \&\ {}^{EA}NC(t,\ a)$$
$$= {}^{EA}NC(t,\ x)\ )$$

$$\Rightarrow {}^{EA}AL(t,\ x)$$
$$= {}^{EA}PVB(t,\ x) - {}^{EA}PVFNC(t,\ x)$$
$$= [{}^{EA}AP(t,\ x)\times {}_{r-x|}\ddot{a}_x^{(\delta)}] - {}^{EA}NC(t,\ a)\times \ddot{a}_{x:r-x}^{(\delta-\beta)}$$
$$= {}^{EA}H\times FS(t,\ x)\times {}_{r-x|}\ddot{a}_x^{(\delta)} - {}^{EA}H\times S(t)\times e^{\beta(r-a)}\times [{}_{r-a|}\ddot{a}_a^{(\delta)} / \ddot{a}_{a:r-a}^{(\delta-\beta)}]$$
$$\times \ddot{a}_{x:r-x}^{(\delta-\beta)}$$
$$= \{{}^{EA}H\times S(t)\times e^{\beta(r-x)}\times {}_{r-x|}\ddot{a}_x^{(\delta)} / \ddot{a}_{a:r-a}^{(\delta-\beta)}\}\times$$
$$\{\ddot{a}_{a:r-a}^{(\delta-\beta)} - e^{\beta(x-a)}\times [{}_{r-a|}\ddot{a}_a^{(\delta)} / {}_{r-x|}\ddot{a}_x^{(\delta)}]\times \ddot{a}_{x:r-x}^{(\delta-\beta)}\}$$
$$= \{{}^{EA}H\times S(t)\times e^{\beta(r-x)}\times {}_{r-x|}\ddot{a}_x^{(\delta)} / \ddot{a}_{a:r-a}^{(\delta-\beta)}\}\times \{\ddot{a}_{a:r-a}^{(\delta-\beta)} - e^{-(\delta-\beta)(x-a)}\times$$

---

52) IV장에서 설명한 것처럼 매년 행해지는 계리평가는 ${}^{EA}AL(t,\ x)$을 평가한 후 ${}^{EA}NC(t,\ x)$을 산정하는 시간적 차이가 있다. 다시 말하면, ${}^{EA}AL(t,\ x)$의 산정에서 ${}^{EA}NC(t,\ x)$ 부분은 평가의 대상이 아님을 주지해야한다. 재정방식을 연속시간접근법(continuous-time approach)에 의해 수리모형화하면 이와 같은 별도의 주석이 필요없지만(∵ 적분 구간의 끝부분은 수리적으로 0이므로) 이산시간접근법은 현실적이지만 시간의 단속성으로 notation상의 미세한 혼돈을 야기시킬 수 있다. 좀 더 엄밀한 시간적 차별화를 위하여 다음과 같은 notation을 도입하기도 한다: t (i.e. t-1년의 끝시각이지만 계리적 평가가 행해지는 시점) & t+0 (i.e. §7.1의 가정 (D)에 대응하는 시간개념으로 t년의 시작시각으로 현금유입 및 유출이 발생하는 시점). 이것을 적용시키면 ${}^{EA}AL(t,\ x)$ 이지만, ${}^{EA}NC(t+0,\ x)$이다. 그러나 notation상의 복잡성을 피하기 위해 이와 같은 세분화된 시간개념은 사용하지 않지만 이러한 시간적 차이를 주지하여야 아래의 식들을 충분히 이해할 수 있다.

$(l_x/l_a) \times \ddot{a}_{x:r-x}^{(\delta-\beta)}\}$

$(\because \ {}_{r-a|}\ddot{a}_a^{(\delta)}/_{r-x|}\ddot{a}_x^{(\delta)} = e^{-\delta(x-a)} \times l_x / l_a)$

$= \{{}^{EA}H \times S(t) \times e^{\beta(r-x)} \times {}_{r-x|}\ddot{a}_x^{(\delta)}\} \times \{\ddot{a}_{a:x-a}^{(\delta-\beta)} / \ddot{a}_{a:r-a}^{(\delta-\beta)}\}$

$(\because \{\ddot{a}_{a:r-a}^{(\delta-\beta)} - e^{-(\delta-\beta)(x-a)} \times (l_x/l_a) \times \ddot{a}_{x:r-x}^{(\delta-\beta)}\} = \ddot{a}_{a:x-a}^{(\delta-\beta)})$

$= {}^{EA}PVB(t, x) \times [\ddot{a}_{a:x-a}^{(\delta-\beta)} / \ddot{a}_{a:r-a}^{(\delta-\beta)}]$ ---(7.3)

; **따라서 §7.1에서 가정한 모형화 가정이 모두 현실적으로 실현된다면,** (t, a)**가입시점의** ${}^{EA}AL(t, a) = 0$**에서 근로가입년수가 증가함에 標準負債도 증가하여** $(t+r-a, r)$**퇴직시점에는 급부공식에 의해 약속된 퇴직年金財源을 적립하게끔 설계되었음을 보여준다** (i.e. ${}^{EA}AL(t+r-a, r) = PVB(t+r-a, r)$).

아울러, 위 식(7.3)을 정리하면 ${}^{EA}AL(t, a)$**와** ${}^{EA}NC(t, a)$**는 다음 관계식을 구할 수 있다;**

$\Rightarrow {}^{EA}AL(t, x)$

$= {}^{EA}NC(t, a) \times e^{-\beta(x-a)} \times {}_{r-x|}\ddot{a}_x^{(\delta)} / {}_{r-a|}\ddot{a}_a^{(\delta)} \times \ddot{a}_{a:x-a}^{(\delta-\beta)}$

$= {}^{EA}NC(t, a) \times \ddot{a}_{a:x-a}^{(\delta-\beta)} \times e^{(\delta-\beta)(x-a)} \times (l_a/l_x)$

$= {}^{EA}NC(t, a) \times \dot{s}_{a:x-a}^{(\delta-\beta)}$ $(\because$ **§7.2 참조**) ---(7.4)

; **따라서 §7.1에서 가정한 모형화 가정이 모두 현실적으로 실현된다면, 한 근로가입자에 대해 과거** $(t-x+a, a)$**가입시점을 시작으로 현재** (t, x)**평가시점까지 지불한** $(x-a)$**개 標準醵出金의 과거현금흐름** $\{{}^{EA}NC(t-x+a, a), {}^{EA}NC(t-x+a+1, a), \ldots, {}^{EA}NC(t-2, a), {}^{EA}NC(t-1, a)\} = \{{}^{EA}NC(t, a) \times$

$e^{-\beta(x-a)}$, ... , ${}^{EA}NC(t, a) \times e^{-2\beta}$, ${}^{EA}NC(t, a) \times e^{-\beta}$ },**을 생존율과 이자율을 동시에 고려한 年始給 標準醵出金의 보험계리적 累積終價**(actuarial accumulated value of the normal costs)**를 나타낸다**.

(**참고**7.4) ▶ **생보수리에서의 순보험료 책임준비금 계산방식과 비교하면 식**(7.3)**은 장래법**(Prospective Method)**에 비유될 수 있으며 식**(7.4)**는 결론적으로 과거법**(Retrospective Method)**에 비유될 수 있다. 생보수리에서의 이 둘의 일치관계가 연금수리에서도 적용되고 있음을 잘 보여주고 있다** ◀

다음으로,

· (t, x)**시점에 생존한 퇴직근로자에 대한 標準負債,** ${}^{EA}AL(t, x)$, $r \le x \le \omega$, **는 標準醵出金의 유입이 없으므로 단지 생존연금 현금흐름의** (t, x)**시점에서의 현재가치이며 가정**(A2)**의 급부공식에 의해 연간연금은** $(t+r-x, r)$**시점에서 산정된 것이다.** $x = r, r+1, r+2,$ ...**에 대해,**

$$
\begin{aligned}
\Rightarrow {}^{EA}AL(t, x) &= {}^{EA}PVB(t, x) \\
&= \underline{{}^{EA}AP(t+r-x, r)} \times \ddot{a}_x^{(\delta)} \\
&\quad \uparrow \text{(시간 t 현재 x세인 퇴직가입자의 r세 퇴직시점(t+r-x)의 연간연금)} \\
&= {}^{EA}H \times \underline{S(t+r-x)} \times \ddot{a}_x^{(\delta)} \\
&\quad \uparrow \text{(시간 t 현재 x세 퇴직가입자의 r세 퇴직시점(t+r-x)의 최종임금)} \\
&= {}^{EA}H \times e^{\beta(r-x)} \times S(t) \times \ddot{a}_x^{(\delta)} \qquad \text{---(7.5)}
\end{aligned}
$$

다음으로, §7.1의 가정(F)에 의해 (t, x)시점의 퇴직근로자에게 실제로 지불된 퇴직연금급부를 $^{EA}EB(t, x)$라 하면

$$\Rightarrow {}^{EA}EB(t, x) = {}^{EA}AP(t+r-x, r) \qquad \text{---(7.6)}$$

결론적으로, 식(7.3) & (7.5)로부터 시간 t에서의 標準負債를 $^{EA}AL(t)$라 표기하면

$$\Rightarrow {}^{EA}AL(t)$$

$$= \sum_{x=a}^{\omega} [l_x \times {}^{EA}AL(t, x)]$$

$$= \{ \sum_{x=a}^{r-1} [l_x \times {}^{EA}H \times e^{\beta(r-x)} \times S(t) \times {}_{r-x|}\ddot{a}_x^{(\delta)} \times \ddot{a}_{a:x-a}^{(\delta-\beta)} / \ \ddot{a}_{a:r-a}^{(\delta-\beta)}]$$

$$+ \sum_{x=r}^{\omega} [l_x \times {}^{EA}H \times e^{\beta(r-x)} \times S(t) \times \ddot{a}_x^{(\delta)}] \ \}$$

$$= \frac{1}{W(t)} \times \{ \sum_{x=a}^{r-1} [l_x \times {}^{EA}H \times e^{\beta(r-x)} \times S(t) \times {}_{r-x|}\ddot{a}_x^{(\delta)} \times \ddot{a}_{a:x-a}^{(\delta-\beta)} / \ \ddot{a}_{a:r-a}^{(\delta-\beta)}]$$

$$+ \sum_{x=r}^{\omega} [l_x \times {}^{EA}H \times e^{\beta(r-x)} \times S(t) \times \ddot{a}_x^{(\delta)}] \ \} \times W(t)$$

$$= \left[\{ \sum_{x=a}^{r-1} [l_x \times {}^{EA}H \times e^{\beta(r-x)} \times {}_{r-x|}\ddot{a}_x^{(\delta)} \times \ddot{a}_{a:x-a}^{(\delta-\beta)} / \ \ddot{a}_{a:r-a}^{(\delta-\beta)}] \right.$$

$$\left. + \sum_{x=r}^{\omega} [l_x \times {}^{EA}H \times e^{\beta(r-x)} \times \ddot{a}_x^{(\delta)}] \ \} / \ \sum_{x=a}^{r-1} l_x \right] \times W(t)$$

$$\equiv {}^{EA}a\% \times W(t) \qquad \text{---(7.7)}$$

; 標準醵出金이 기준총임금의 일정 퍼센트(%)로 표시되는 것과 같이 標準負債도 같은 형식을 취함을 잘 나타내고 있다.

(참고 7.5) ▶ (참고 7.2)의 설명의 연속으로 여기에서 EAM 적용에 의한 제도설립초기의 과거근무부채에 대해 간단히 설명한다:

설립초기(i.e. t=0)에 x세 근로가입자에 대한 標準醵出金을 ${}^{EA}NC(0, x)$ 그리고 (x-a)기간의 과거급무부채를 나타내는 初期標準負債를 ${}^{EA}AL(0, x)$, $x = a+1, a+2, ..., r-1$ ($\because {}^{EA}AL(0, a) = 0$)라 하면,

$\Rightarrow$ 식(7.1)로부터,

$${}^{EA}NC(0, x) = {}^{EA}NC(0, a) = {}^{EA}H \times S(0) \times e^{\beta(r-a)} \times [{}_{r-a|}\ddot{a}_a^{(\delta)} / \ddot{a}_{a:r-a}^{(\delta-\beta)}]$$

따라서 식(7.2)에서처럼 시간 0에서의 총標準醵出金

$\Rightarrow$ ${}^{EA}NC(0)$

$$= [\sum_{x=a}^{r-1} l_x] \times {}^{EA}NC(0, a)$$

$$= [{}^{EA}PVB(t, a) / {}^{EA}PVFS(t, a)] \times \sum_{x=a}^{r-1} [l_x \times S(0)]$$

$$= {}^{EA}c\% \times W(0) \qquad \text{---(7.8)}$$

; 즉, 식(7.2)와 같은 형태를 취하고 있음.

다음으로, 위식(7.7)에 의해 산정되는 t=0일 때의 ${}^{EA}AL(0)$의 의미는 제도도입시부터 (근로, 퇴직)가입자의 구성이 정태적이란 §7.1의 가정(A1)에 의해 산정된 값이므로 EAM 적립상의 약점인 제도설립이전 과거근무기간(i.e. x-a)에 대해 EAM 적립특성상의 간편성에 기인한 적립되지 못한 負債를 나타내는 과거근무부채와는 다르다. 따라서 x세 근로가입자의 설립초기 과거근무부채를 PSL(x)라 표기하면, 과거 a세인 0+a-x시점에서 제도가 설립된 것으로 하고 현재 0시점까지 x세 근로가입자에 대해 발생한 負債로 계산하면 된다. 따라서 식(7.3)에서 현재 (i.e. t=0)의 임금 S(0)에 대한 정의를 변경하면 그대로 적용할 수 있다. 즉, $S(0) = s_0 \times e^{\beta(x-a)}$.

$\Rightarrow$ PSL(0, x)

$$= \{{}^{EA}H \times S(0) \times e^{\beta(r-x)} \times {}_{r-x|}\ddot{a}_x^{(\delta)}\} \times [\ddot{a}_{a:x-a}^{(\delta-\beta)} / \ddot{a}_{a:r-a}^{(\delta-\beta)}]$$

$$= \{{}^{EA}H \times s_0 \times e^{\beta(r-a)} \times {}_{r-x|}\ddot{a}_x^{(\delta)}\} \times [\ddot{a}_{a:x-a}^{(\delta-\beta)} / \ddot{a}_{a:r-a}^{(\delta-\beta)}]$$

$$\Rightarrow \quad PSL(0) = \sum_{x=a}^{r-1} [l_x \times PSL(0, x)]$$

; 즉, **標準醵出金의 유입에 의해 발생하는 標準負債를 산정하는 식**(7.7)**에서** t=0**일 때의 값을 산정하는 형식과는 당연히 다르며, 이는 標準醵出金의 유입에 의해 산정되는 負債개념이 아니고, 부연하면** EAM**의 적립메커니즘이 커버할 수 없는 퇴직연금 도입단계에서 단시적으로 발생하는 필연적 단점이므로 별도로 관리 償却되어야할 부분이다** (**적립특성** (i_v) **참조**). **따라서 제도설립초기의 資産** F(0)**와의 차이에 의한 설립초기 未積立債務** (initial unfunded liability), UL(0) = PSL - F(0),**은 별도로 일정기간에 걸쳐** (**예를 들어 償却방법인 補助積立方式과 같은 메카니즘으로**) **상각함이 일반적이고 또는 갹출금부담자의 일시금형식의 현금유입으로 상환하기도 한다** ◀

(**과정**8) - ^{EA}NC**의 再歸成長等式**(recursive growth equation)

위에서 유도한 식(7.2) & (7.6)**을 정리하면**

$$W(t) = \sum_{x=a}^{r-1} [l_x \times S(t)], \quad t = 0, 1, 2, \ldots$$

연속적 보험계리적 평가일 t, t+1**에 대한** ^{EA}NC(t)**와** ^{EA}NC(t+1) **사이의 순환적 관계는** W(t)**와** W(t+1) **사이의 관계에 의해 유도된다**. **즉,**

$$W(t+1) = \sum_{x=a}^{r-1} [l_x \times S(t+1)]$$

$$= e^{\beta} \times \sum_{x=a}^{r-1} [l_x \times S(t)]$$

$= e^{\beta} \times W(t)$, **초기치** $W(0)$ **주어짐**.

$$\Rightarrow \ {}^{EA}NC(t+1) = {}^{EA}c\% \times W(t+1)$$
$$= {}^{EA}c\% \times e^{\beta} \times W(t)$$
$$= e^{\beta} \times {}^{EA}NC(t), \text{ 초기치 } {}^{EA}NC(0) \text{ 주어짐} \quad \text{---(7.9)}$$

; 즉, 초기치 ${}^{EA}NC(0)$가 구해지면 식(7.7)은 순환적으로 ${}^{EA}NC(t)$의 현금흐름을 연속적으로 제공하는 메커니즘을 가지며, 이런 측면에서 標準醵出金 재귀등식이라 불리어 진다.

(과정9) - ${}^{EA}AL$의 再歸等式(recursive equation)

· ${}^{EA}AL(t)$와 ${}^{EA}AL(t+1)$ 사이의 관계식을 유도함으로써 標準負債의 향후 성장을 예측(projection)할 수 있게 함 (단, 설립초기의 PSL 부분은 정상적 적립과정에서 발생하는 것이 아니므로 아래에서 유도될 식(7.7)(7.11)에서는 고려대상이 아니고 단지 설립초기 PSL은 EAM의 적립메커니즘에서 별도로 관리(즉 補助積立方式에 의해)됨을 주지하여야 한다)

· EAM은 각개인에 대해 산정하여 전체(근로, 퇴직)가입자에 대해 합산하는 개별산정의 특성을 이용하여 유도함

· §7.1의 가정(F) 전제하에 등식을 유도함

먼저 근로가입자에 대해 $x = a, a+1, ..., r-1$, 식(7.1) & (7.4)을 이용하면

$$\Rightarrow \ e^{\delta} \times [l_x \times {}^{EA}AL(t, x) + l_x \times {}^{EA}NC(t, x)]$$
$$= e^{\delta} \times \{[l_x \times {}^{EA}NC(t, x) \times \dot{s}_{a:x-a}^{(\delta-\beta)}] + [l_x \times {}^{EA}NC(t, x)]\}$$
$$= e^{\delta} \times l_x \times {}^{EA}NC(t, x) \times [\dot{s}_{a:x-a}^{(\delta-\beta)} + 1]$$
$$= l_x \times (l_{x+1}/l_x) \times {}^{EA}NC(t, x) \times e^{\beta} \times [\dot{s}_{a:x-a}^{(\delta-\beta)} \times (l_x/l_{x+1}) \times e^{(\delta-\beta)} + (l_x/l_{x+1}) \times e^{(\delta-\beta)}]$$

$= l_{x+1} \times {}^{EA}NC(t+1,\ x+1) \times [\dot{s}_{a:x+1-a}^{(\delta-\beta)}]$ (∵ §7.2 참조)

$= l_{x+1} \times {}^{EA}AL(t+1,\ x+1)$ - - - (7.10)

$\Leftrightarrow \quad p_x \times {}^{EA}AL(t+1,\ x+1) = e^{\delta} \times [{}^{EA}AL(t,\ x) + {}^{EA}NC(t,\ x)],\quad p_x = l_{x+1}/l_x$

다음으로 퇴직가입자에 대해, $x = r, r+1, r+2, \ldots,$ **식**(7.5) & (7.6)**을 이용하면**

$\Rightarrow \quad e^{\delta} \times [l_x \times {}^{EA}AL(t,\ x) - l_x \times {}^{EA}EB(t,\ x)]$

$= e^{\delta} \times l_x \times [{}^{EA}AP(t+r-x,\ r) \times \ddot{a}_x^{(\delta)} - {}^{EA}AP(t+r-x,\ r)]$

$= l_x \times (l_{x+1}/l_x) \times {}^{EA}AP(t+r-x,\ r) \times [\ddot{a}_x^{(\delta)} \times (l_x/l_{x+1}) \times e^{\delta} - (l_x/l_{x+1}) \times e^{\delta}]$

$= l_{x+1} \times {}^{EA}AP(t+r-x,\ r) \times \ddot{a}_{x+1}^{(\delta)}$ (∵ §7.2 참조)

$= l_{x+1} \times {}^{EA}AL(t+1,\ x+1)$ - - - (7.11)

$\Leftrightarrow \quad p_x \times {}^{EA}AL(t+1,\ x+1) = e^{\delta} \times [{}^{EA}AL(t,\ x) - {}^{EA}EB(t,\ x)],\quad p_x = l_{x+1}/l_x$

따라서, **전체(근로**, **퇴직)가입자에 대해**, $x = a, a+1, \ldots, r, r+1, \ldots,$ **식**(7.10) & (7.11)**을 결합하면 아래의 식**(7.12)**을 최종적으로 유도할 수가 있다**:

$\Rightarrow \quad e^{\delta} \times \{ \sum_{x=a}^{\omega} [l_x \times {}^{EA}AL(t,\ x)] + \sum_{x=a}^{r-1} [l_x \times {}^{EA}NC(t,\ x)] - \sum_{x=r}^{\omega} [l_x \times {}^{EA}EB(t,\ x)] \}$ ($= e^{\delta} \times \{ {}^{EA}AL(t) + {}^{EA}NC(t) - {}^{EA}EB(t) \}$)

$= \sum_{x=a}^{\omega} [l_{x+1} \times {}^{EA}AL(t+1,\ x+1)]$

$= {}^{EA}AL(t+1)$

$\Leftrightarrow \quad {}^{EA}AL(t+1) = e^{\delta} \times \{{}^{EA}AL(t) + {}^{EA}NC(t) - {}^{EA}B(t)\}$, **초기치** ${}^{EA}AL(0)$ **주어짐** - - - (7.12)

; 여기에서의 초기치 ${}^{EA}AL(0)$는 앞에서 설명한 것처럼 설립초기의 PSL값이 아니고 EAM 적립메커니즘에서 발생한(즉, 식(7.10)에 의해) 초기치를 의미하며, 이와 같은 초기치가 구해지면 EAM상의 標準負債는 위식(7.12)에 의해 순환적으로 $\{{}^{EA}AL(t): t=0, 1, 2, ...\}$ 현금흐름을 연속적으로 산출한다. 이런 측면에서 標準負債재귀등식이라 불리어 진다.

또다른 형태의 재귀등식을 유도할 수 있는데 위에서 유도한 標準醵出金재귀등식 (7.10)과 유사점을 가진다: 즉, 식(7.10)으로부터

$$
\begin{aligned}
{}^{EA}AL(t) &= {}^{EA}a\% \times W(t) \\
\Rightarrow {}^{EA}AL(t+1) &= {}^{EA}a\% \times W(t+1) \\
&= {}^{EA}a\% \times \sum_{x=a}^{r-1} [l_x \times S(t+1)] \\
&= {}^{EA}a\% \times e^{\beta} \times \sum_{x=a}^{r-1} [l_x \times S(t)] \\
&= e^{\beta} \times {}^{EA}AL(t), \quad \text{초기치 } AL(0) \text{ 주어짐} \qquad \text{---(7.13)}
\end{aligned}
$$

; 標準負債의 현금흐름은 임금상승률과 초기치에 의해 전적으로 지배받는 특성을 나타내고 있다.

나. 未來豫想單位方式(PUM)

§7.1의 모형화 가정 (A) (G)는 加入年齡方式에서처럼 그대로 적용되며, 기본적 모형화과정은 상호차이점을 비교할 수 있게끔 加入年齡方式의 수리모형화 체계를 기본적으로 준수하면서 미래예상비용방식에 대해 수리모형화한다. 먼저 앞장에서 설명한 未來豫想單位方式의 적립특성중 대표적 특성을 환기시키면 다음과 같다:

① PUM 개발의 접근철학은 '퇴직연령부터 받게될 총예상연금급부를 현재의 가입근로자의 연령에서 퇴직시까지 예상되는 근로가입기간(즉, 예상적립기간) 위에 어떻게 균등하게 배분하는가?' 라는 문제 제기에서 출발한다 - 여기에서 '균등하게 배분'의 의미는 돈의 시간가치(즉, 이자)를 고려한 現價개념이다. 접근방법은 퇴직시 필요로 하는 예상급부를 예상근로가입기간으로 나누어 결국 단위근로가입기간(§7.1의 가정에 의하면 1년)에 발생하는 급부만을 일시금형식(single premium basis)의 標準醵出金으로 조달하고, 표준부채는 현재평가일 이전 총단위기간에 이미 발생한 급부들의 현재가치로 旣發生標準負債(accrued actuarial liability) 특성을 가진다;

② EAM는 假想가입연령을 선정하여 標準醵出金을 산정하지만 PUM는 근로가입자의 실제연령(actual age)을 산정의 기준으로 한다. 따라서 EAM와는 달리 PUM에서는 이론적으로 (설립초기)PSL은 발생하지 않는다 (AL(0) = 0);

③ 개인별 실제연령에 대해 標準醵出金 및 표준負債를 산정하여 전체(근로, 퇴직)가입자에 대해 합산하는 個別算定特性과 실제근로가입기간(actual service period)만을 고려하는 旣發生給付算定特性 (즉, 경영주의 재정위험에 대비한 단기적 안전성을 고려한 특성으로 매평가일마다 100%을 完全積立을 원칙으로 조건이 됨)을 가지지만 예측된 최종임금을 기준으로 급부발생을 산정하므로써 적립방식의 기본 특성인 장기적립조건(Long-term funding requirement) 또한 충족시키는 적립특성을 가진다.

다음으로 標準醵出金(^{PU}NC)와 표준負債(^{PU}AL)를 각각 구하는 메커니즘에

대해 살펴본다.

(과정0)

EAM상의 假想가입연령이란 개념은 없고 실제가입연령을 산정의 기준으로 삼는다.

(과정1)

시간 t에서 a세의 근로가입자의 현재임금을 나타내는 임금함수값(salary function value)을 $S(t, a)$라하면,

$\Rightarrow S(t, a) = s_0 \times e^{\beta t} = S(t, x) \equiv S(t)$

(∵ 가정 (C)에 의해, 즉 근로가입자 모두에 대해 현재임금은 동일하고 단지 시간 t에 의존하는 임금함수 $S(.)$ 나타냄)

$\Leftrightarrow S(t+1) = e^{\beta} \times S(t)$ 와 초기값 $S(0) = s_0$

연간연금을 나타내는 함수값을 ${}^{EA}AP(t,a)$라 하면

$\Rightarrow {}^{PU}AP(t, a) = h \times (r-a) \times e^{\beta (r-a)} \times S(t)$ $(= {}^{EA}AP(t, a))$

$\Rightarrow$ 일반화 하면,

${}^{PU}AP(t, x) = h \times (r-x) \times e^{\beta (r-x)} \times S(t) \equiv {}^{PU}H(x) \times {}^{PU}PS((t), x)$ $(\neq {}^{EA}AP(t, x), x = a+1, a+2, ..., r-1)$.

여기에서 ${}^{PU}H(x) = h \times (r-x)$ $(\neq {}^{EA}H$, 단 ${}^{PU}H(a) = {}^{EA}H)$, ${}^{PU}PS(t, x) = e^{\beta (r-x)} \times S(t)$ $(= {}^{EA}PS(t, x))$ [53].

---

53) ${}^{EA}H$와 ${}^{PU}H(x)$는 EAM와 PUM 적립특성의 차이를 극명하게 보여준다. 다시 말하면, 현재연령에 관계없이 전예상근로가입기간(i.e. r-a)을 처음부터 모두 고려하는 EAM 적립특성은 상수함수인 ${}^{EA}H$에 의해 설명되고, 현재까지의 실제근로가입기간(i.e. x-a)은 t 時點以前에 이미 100%적립이 완료된 것으로 보고 (∵ 위의

(과정2) - 위에서 언급한 적립특성(i)에 대응하는 수리적 접근과정

위에서 정의된 ${}^{PU}AP(t, x)$는 예상잔존근로가입기간(i.e. r-x)을 모두 고려한 연간연금이다. 따라서 단위근로가입기간(i.e. 1년)에 부담해야할 연간연금을 나타내는 함수값을 PU(t, x)라 하면

$$\Rightarrow \ {}^{PU}AP(t, x) \ / \ (r-x)$$
$$= h \times {}^{PU}PS(t, x)$$
$$\equiv PU(t, x)$$

; (t, x)시점의 근로가입자가 (t, x) (t+1, x+1) 기간에 부담해야할 단위연간급부(projected unit benefit)를 의미한다.

(과정3) - 標準醵出金 산정의 수리적 접근과정

§7.2에서 정의된 것처럼, (t, x) 시점에 존재하는 근로가입자가 (t, x)시점 이후부터 발생할 미래예상생존급부의 현금흐름을 (t, x)시점으로 現價조치한 함수값을 ${}^{PU}PVB(t, x; F)$라 하면

$$\Rightarrow \ {}^{PU}PVB(t, x; F)$$
$$= {}^{PU}AP(t, x) \times {}_{r-x|}\ddot{a}_x^{(\delta)}, \quad x = a, a+1, ..., r-1$$
$$(= PVB(t, x; F), \ §7.2 \text{ 참조})$$

따라서 예상잔존근로가입기간(i.e. r-x)을 r-x개 단위기간으로 나누어 (t, x) (t+1, x+1) 단위기간에 발생하리라 예상되는 생존연금급부의 현금흐

적립특성 (iii)의 기발생급부산정특성에 의해) 향후 적립대상기간은 잔여예상근로기간 (i.e. r-x)만을 고려하는 PUM 적립특성은 현재연령의 함수인 ${}^{PU}H(x)$에 의해 설명되고 있다. 한편, ${}^{EA}PS(t, x) = {}^{PU}PS(t, x)$)가 의미하는 것은 급부산정의 기준임금은 EAM과 PUM 공히 임금증가율에 예측된 최종임금(projected final salary)임을 나타내고 있다.

름을 (t, x)시점으로 現價조치한 함수값은 ${}^{PU}PVB(t, x; F)/(r-x)$이다. 이것은 바로 (t, x) (t+1, x+1) 기간에 적립되어야할 標準醵出金을 의미한다. 즉,

$$\Rightarrow \quad {}^{PU}NC(t, x)$$

$$= {}^{PU}PVB(t, x; F) / (r-x)$$

$$= \underline{{}^{PU}PVB(t, x)} / (r-a)$$

↑ (= ${}^{EA}PVB(t, x) = PVB(t, x)$, §7.2 참조)

$$= {}^{PU}(t, x) \times {}_{r-x|}\ddot{a}_x^{(\delta)}$$

$$= \underline{h \times e^{\beta(r-x)} \times {}_{r-x|}\ddot{a}_x^{(\delta)}} \times S(t), \quad x = a, a+1, ..., r-1. \qquad ---(7.14)$$

↑ (EAM과는 달리 근로가입자의 실제연령에 의존하는 현재임금, S(t),의 일정 %)

; 다시 말하면, (t, x)시점에 존재하는 근로가입자가 勤續하여 r세부터 받게될 총생존연금(i.e. ${}^{PU}AP(t+r-x, r)\times\ddot{a}_r^{(\delta)}$)의 기금조성을 위해 (t, x) (t+1, x+1) 단위기간에 할당된 기금조성부담금을 의미한다.

(참고 7.6) ▶ 旣發生標準負債(accrued actuarial liability) 특성을 가지므로 EAM상의 ${}^{EA}PVFS(t, a)$ 개념은 필요하지 않다 ◀

(과정4) - 위에서 언급한 적립특성(iii)에 대응하는 수리적 접근
따라서 시간 t에서의 총 標準醵出金을 ${}^{EA}NC(t)$로 표기하면

$$\Rightarrow {}^{PU}NC(t) = \sum_{x=a}^{r-1} [l_x \times {}^{PU}NC(t, x)]$$

$$= \left[\frac{1}{W(t)} \times \left\{ \sum_{x=a}^{r-1} [h \times e^{\beta(r-x)} \times {}_{r-x}|\ddot{a}_x^{(\delta)} \times l_x \times S(t)] \right\} \right] \times W(t)$$

$$= \left[\left\{ \sum_{x=a}^{r-1} [h \times e^{\beta(r-x)} \times {}_{r-x}|\ddot{a}_x^{(\delta)} \times l_x] \right\} / \left\{ \sum_{x=a}^{r-1} l_x \right\} \right] \times W(t)$$

$$= {}^{PU}c\% \times W(t) \qquad \text{---(7.15)}$$

; EAM에서 처럼 ${}^{EA}NC(t)$는 시간 t에 존재하는 모든 근로가입자의 기준총임금(total pensionable payroll; W(t))의 일정 퍼센트(%)로 표현되고 있다. 그러나 식(7.2)의 ${}^{EA}c$는 假想가입연령에 의해 결정되는 표준갹출율인 반면, ${}^{PU}c$는 근로가입자의 실제연령에 의해 결정되는 표준갹출율임을 주지하여야 한다.

(과정5) - 표준負債를 산정하는 과정임

· 앞장에서 언급한 것처럼 PUM은 旣發生給付算定特性을 가지므로 표준負債는 旣發生標準負債(Accrued Actuarial Liability)이다 - 따라서 §7.1의 모형화 가정이 현실적으로 실현된다면, 계리평가일 현재의 표준負債는 評價日直前의 標準醵出金의 현금흐름의 累積終價로 정의된다.

먼저, (t+x-a, x)시점의 근로가입자의 표준負債를 ${}^{PU}AL(t+x-a, x)$, x = a, a+1, a+2, ..., r-1, 라하면 §7.1의 (A1)가정에 의해 (t, a)시점에 l_a명의 가입자가 (t+x-a, x)시점 l_x명 생존도달할 때까지의 標準醵出金의 현금흐름의 누적종가(accumulated value of the normal costs)는

$$\Rightarrow \quad l_x \times AL(t+x-a, x)$$

$$= \sum_{j=0}^{x-a-1} l_{a+j} \times NC(t+j, a+j) \times e^{\delta(x-a-j)}$$

$$= \sum_{j=0}^{x-a-1} l_{a+j} \times h \times e^{\beta(r-a-j)} \times {}_{r-a-j|}\ddot{a}_{a+j}^{(\delta)} \times \underbrace{S(t+j)}_{\uparrow (= S(t) \times e^{\beta j})} \times e^{\delta(x-a-j)}$$

$$= h \times S(t) \times \{ \sum_{j=0}^{x-a-1} l_{a+j} \times e^{\beta(r-a)} \times e^{-\delta(r-a-j)} \times (l_r / l_{a+j}) \times \ddot{a}_r^{(\delta)} \times e^{\delta(x-a-j)} \}$$

(§ 7.2 참조)

$$= h \times S(t) \times e^{\beta(r-a)} \times \{ \sum_{j=0}^{x-a-1} e^{\beta(r-a)} \times e^{-\delta(r-x)} \times (l_x / l_x) \times l_r \times \ddot{a}_r^{(\delta)} \}$$

$$= h \times \underbrace{S(t+x-a) \times e^{\beta(r-x)}}_{\uparrow} \times l_x \times \underbrace{(x-a)}_{\uparrow (\text{실제근로가입기간})} \times {}_{r-x|}\ddot{a}_x^{(\delta)} \quad \text{---(7.16)}$$

↑ ((t+x-a, x)시점 근로가입자의 현재임금, S(t+x-a),의 r세까지 예측된 최종임금)

; 결론적으로 (t, a)가입시점의 累積終價는 실제근로가입기간이 0이므로 당연히 0이며 근로가입연수가 증가함에 따라 누적종가가 증가하여 (t+r-a, r)퇴직시점에 연간연금급부의 재원액 (i.e. $h \times S(t+r-a) \times l_r \times (r-a) \times \ddot{a}_r^{(\delta)}$)을 100% 完全積立하게 끔 PUM이 설계되었음을 잘 보여주고 있다.

따라서, 식 (7.16)의 일반화로 (t, x)시점의 근로가입자의 標準負債를 ${}^{PU}AL(t, x)$, x = a, a+1, a+2, ..., r-1,라하면

$$\Rightarrow {}^{PU}AL(t, x)$$

$$= h \times S(t) \times e^{\beta(r-x)} \times (x-a) \times {}_{r-x|}\ddot{a}_x^{(\delta)}$$

$$= {}^{PU}PVB(t, x; P)$$

$$= h \times S(t) \times e^{\beta(r-x)} \times (r-a) \times {}_{r-x|}\ddot{a}_x^{(\delta)} \times [(x-a)/(r-a)] \quad \text{---(7.17)}$$

$= {}^{PU}PVB(t, x) \times [\underline{(x-a)/(r-a)}]$

↑(**전예상근로가입기간**(r-a)**에 대한 실제근로가입기간**(x-a))

; **즉, 標準負債는** PVB**의 일정비율**(i.e. (x-a)/(r-a))**로 표시되며, 이는** EAM**상의 標準負債가 식**(7.3)**에서 표현된 것처럼** PVB**의 일정비율**(i.e. $\ddot{a}_{a:x-a}^{(\delta-\beta)}/\ \ddot{a}_{a:r-a}^{(\delta-\beta)}$)**로 표현된 것과 유사하다.**

(**참고**7.7) ▶ (**참고**7.2)**에서** EAM**상의 標準負債算定이 생보수리에서 책임준비금산정과 비슷하다고 설명하였다.** PUM**에서도 식**(7.16)**에 대하여 유사한 설명을 할 수 있다. 즉, 식**(7.16)**의 시작은 생보수리에서의 과거법에 의한 순보험료식 책임준비금산정과 유사하지만 결론적으로 장래법에 의한 순보험료식 책임준비금과 유사한 결론에 도달하고 있음을 잘 보여주고 있다** ◀

다음으로,

· (t, x)**시점에 생존한 퇴직근로자에 대한 표준負債,** ${}^{PU}AL(t, x)$, $r \le x \le \omega$,**는** EAM**에서와 동일하다. 즉,** x = r, r+1, r+2, ...**에 대해,**

$\Rightarrow {}^{PU}AL(t, x)$

$= {}^{PU}PVB(t, x)$

$= h \times (r-a) \times \underline{S(t+r-x)} \times \ddot{a}_x^{(\delta)}$ $(= {}^{EA}AL(t, x))$

↑(**시간** t **현재** x**세 퇴직가입자의** r**세 퇴직시점**(t+r-x)**의 최종임금**)

$$= h \times (r-a) \times e^{\beta(r-x)} \times S(t) \times \ddot{a}_x^{(\delta)} \qquad \text{---(7.18)}$$

다음으로, §7.1의 가정(F)에 의해 (t, x)시점의 퇴직근로자에게 실제로 지불된 퇴직연금급부를 $^{EA}EB(t, x)$라 하면

$$\Rightarrow {}^{PU}EB(t, x) = {}^{PU}AP(t+r-x, r) \quad (= {}^{EA}EB(t, x)) \qquad \text{---(7.19)}$$

결론적으로, 식(7.16) & (7.17)로부터 시간 t에서의 표준負債를 $^{EA}AL(t)$라 표기하면

$$\Rightarrow \quad {}^{PU}AL(t)$$

$$= \sum_{x=a}^{\omega} [l_x \times {}^{PU}AL(t, x)]$$

$$= \{ \sum_{x=a}^{r-1} [l_x \times h \times S(t) \times e^{\beta(r-x)} \times (x-a) \times {}_{r-x|}\ddot{a}_x^{(\delta)}]$$

$$+ \sum_{x=r}^{\omega} [l_x \times h \times (r-a) \times e^{\beta(r-x)} \times S(t) \times \ddot{a}_x^{(\delta)}] \}$$

$$= \left[\{ \sum_{x=a}^{r-1} [l_x \times h \times e^{\beta(r-x)} \times (x-a) \times {}_{r-x|}\ddot{a}_x^{(\delta)}] \right.$$

$$\left. + \sum_{x=r}^{\omega} [l_x \times h \times (r-a) \times e^{\beta(r-x)} \times \ddot{a}_x^{(\delta)}] \} / \sum_{x=a}^{r-1} l_x \right] \times W(t)$$

$$\equiv {}^{PU}a\% \times W(t) \qquad \text{---(7.20)}$$

; 標準醵出金이 기준총임금의 일정 퍼센트(%)로 표시되는 것과 같이 표준負債도 같은 형식을 취함을 잘 나타내고 있다.

(참고7.8) ▶ EAM와는 달리 PUM은 근로가입자의 실제연령을 標準負債 산정의 기초로 사용하므로 적립방식상 (설립초기)PSL은 발생하지 않는다고 본다. 실제 있어서, PUM은 실제연령을 사용하므로 EAM에 비해 빨리

100% 완전적립이 되도록 설계되었지만, 제도가 정착되기 전 기업의 파산이 발생한다면 EAM처럼 연금수급권은 보장될 수 없다. 결론적으로 기존의 적립방식 (선일시금방식 Initial Funding Method을 제외하고)은 기업의 계속성을 전제로 설계되었기 때문에 정도의 차이는 있겠지만 기업의 파산시 완전히 연금수급권을 보장하기는 불가능하다. 여기에 대한 도전적인 새로운 연구가 Mcleish & Steward(1987)에 의해 파산에 대비한 적립방식으로 제안한 旣發生定義方式(Defined Accrued Benefit Method); Marshall & Reeve(1993)에 의해 항시적 연금수급권 보장을 위한 적립방식에 대한 여러 검토 등이 있지만, 아직까지는 재정방식의 장기성(long-term) 원칙과 연금수급권의 단기성(short-term) 원칙을 모두 적적히 만족시키는 적립방식은 없다고 말할 수 있다 ◀

(과정6) - ${}^{PU}NC$의 再歸成長等式(recursive growth equation)

EAM에서와 같은 방식에 의해 PUM에서도 標準醵出金의 再歸等式을 간단히 유도할 수 있다: 즉,

위의 식(7.15)에 의해

$${}^{PU}NC(t) = {}^{PU}c\% \times W(t) \quad \&$$

$$W(t) = \sum_{x=a}^{r-1} [l_x \times S(t)], \quad t = 0, 1, 2, \ldots$$

$$\Rightarrow \quad {}^{PU}NC(t+1) = {}^{PU}c\% \times W(t+1)$$

$$= {}^{PU}c\% \times e^{\beta} \times W(t)$$

$$= e^{\beta} \times {}^{PU}NC(t), \quad \text{초기치 } {}^{PU}NC(0) \text{ 주어짐} \quad ---(7.21)$$

; 식(7.21)은 주어진 초기치와 임금상승율을 이용하여 순환적으로 $\{^{PU}NC(t): t = 0, 1, 2, ...\}$ 현금흐름을 연속적으로 제공하는 특성을 가진다. 이런 측면에서 標準醵出金 재귀등식이라 불리어진다.

(과정7) - ^{PU}AL의 再歸等式(recursive equation)

· EAM에서와 비슷한 방법으로 $^{PU}AL(t)$와 $^{PU}AL(t+1)$ 사이의 관계식을 유도함으로써 표준負債의 향후 성장을 예측(projection)할 수 있게 한다 - 개별산정의 특성을 이용하여 전체(근로, 퇴직)가입자에 대해 합산하는 과정을 취함.

먼저 근로가입자에 대해 $x = a, a+1, ..., r-1$, 식(7.14) & (7.17)을 이용하면

$$\Rightarrow \quad e^{\delta} \times [l_x \times {}^{PU}AL(t, x) + l_x \times {}^{PU}NC(t, x)]$$

$$= e^{\delta} \times l_x \times h \times S(t) \times e^{\beta (r-x)} \times (x+1-a) \times {}_{r-x|}\ddot{a}_x^{(\delta)}$$

(∵ 식(7.11) & (7.14)를 대입하여 정리하면)

$$= l_{x+1} \times h \times S(t) \times e^{\beta (r-x)} \times (x+1-a) \times [\underline{e^{\delta} \times (l_x / l_{x+1}) \times {}_{r-x|}\ddot{a}_x^{(\delta)}}]$$

$$\uparrow (= {}_{r-(x+1)|}\ddot{a}_{x+1}^{(\delta)},\ \S 7.2\text{참조})$$

$$= l_{x+1} \times {}^{PU}AL(t+1, x+1) \qquad \text{- - - (7.22)}$$

$$\Leftrightarrow \quad p_x \times {}^{PU}AL(t+1, x+1) = e^{\delta} \times [{}^{PU}AL(t, x) + {}^{PU}NC(t, x)], \quad p_x = l_{x+1}/l_x$$

다음으로 퇴직가입자에 대해, $x = r, r+1, r+2, ...$, 식(7.17) & (7.19)을 이용하면

$$\Rightarrow \quad e^{\delta} \times [l_x \times {}^{PU}AL(t, x) - l_x \times {}^{PU}EB(t, x)]$$

$$= e^{\delta} \times l_x \times [{}^{PU}AP(t+r-x, r) \times \ddot{a}_x^{(\delta)} - {}^{PU}AP(t+r-x, r)]$$

$= l_x \times (l_{x+1}/l_x) \times {}^{PU}AP(t+r-x, r) \times [\ddot{a}_x^{(\delta)} \times (l_x/l_{x+1}) \times e^{\delta} - (l_x/l_{x+1}) \times e^{\delta}]$

$= l_{x+1} \times {}^{PU}AP(t+r-x, r) \times \ddot{a}_{x+1}^{(\delta)}$ (∵ §7.2 참조)

$= l_{x+1} \times {}^{PU}AL(t+1, x+1)$ ---(7.23)

$\Leftrightarrow \quad p_x \times {}^{PU}AL(t+1, x+1) = e^{\delta} \times [{}^{PU}AL(t, x) - {}^{PU}EB(t, x)], \quad p_x = l_{x+1}/l_x$

따라서, EAM**에서처럼 전체(근로, 퇴직)가입자에 대해**, $x = a, a+1, ..., r, r+1, ...$, **식**(7.22) & (7.23)**을 결합하면 아래의 식**(7.24)**을 최종적으로 유도할 수가 있다**:

$\Rightarrow \quad e^{\delta} \times \{ \sum_{x=a}^{\omega} [l_x \times {}^{PU}AL(t, x)] + \sum_{x=a}^{r-1} [l_x \times {}^{PU}NC(t, x)] - \sum_{x=r}^{\omega} [l_x \times {}^{PU}EB(t, x)] \}$ $(= e^{\delta} \times \{ {}^{EA}AL(t) + {}^{EA}NC(t) - {}^{EA}EB(t) \})$

$= \sum_{x=a}^{\omega} l_{x+1} \times {}^{PU}AL(t+1, x+1)$

$= {}^{PU}AL(t+1)$

$\Leftrightarrow {}^{PU}AL(t+1) = e^{\delta} \times \{{}^{PU}AL(t) + {}^{PU}NC(t) - {}^{PU}EB(t)\}$, **초기치** $AL(0)$ **주어짐** ---(7.24)

EAM**에서처럼 표준負債의 현금흐름이 임금상승률과 초기치에 의해 지배받는 재귀등식을 유도할 수 있는데 이는 위에서 유도한 標準醵出金재귀등식** (7.23)**과 유사하다**: **즉**, **식**(7.22)**으로부터**

${}^{PU}AL(t) = {}^{PU}a\% \times W(t)$

$\Rightarrow {}^{PU}AL(t+1) = {}^{PU}a\% \times W(t+1)$

$$= {}^{PU}a\% \times \sum_{x=a}^{r-1} [l_x \times S(t+1)]$$

$$= {}^{PU}a\% \times e^{\beta} \times \sum_{x=a}^{r-1} [l_x \times S(t)]$$

$$= e^{\beta} \times {}^{PU}AL(t), \quad \text{초기치 } AL(0) \text{ 주어짐} \qquad \text{---(7.25)}$$

; 표준負債의 현금흐름은 임금상승률과 초기치에 의해 전적으로 지배받는 특성을 나타내고 있다.

다. 요약

위에서 살펴본 EAM와 PUM의 적립특성의 수리적 비교는 다음의 표로 요약된다.

수리적 특성 ＼ 적립방법	EAM	PUM
가입연령	가상가입연령 (i.e. e = a)	실제가입연령 (i.e. e = x)
예상 적립기간	r-a	r-x
NC 산정시 예상 근속기간	r-a (i.e. 예상적립기간)	1년 (i.e. (x+1) - x)
균등적립을 위한 NC 요소	PVB(t, a)/PVFS(t, a)	AP(t, x) / (r-x)
PVB 대비 AL 누적적립비	$\ddot{a}_{a:x-a}^{(\delta-\beta)}$ / $\ddot{a}_{a:r-a}^{(\delta-\beta)}$	(x-a) / (r-a)
퇴직시 100% 완전적립	PVB(t, r) = AL(t, r) ∵ if x=r, $\ddot{a}_{a:x-a}^{(\delta-\beta)}$/ $\ddot{a}_{a:r-a}^{(\delta-\beta)}$=1	PVB(t, r) = AL(t, r) ∵ if x=r, (x-a)/(r-a) = 1
(설립초기) PSL	PSL(0, x) ≥ 0 (별도관리)	PSL(0, x) = 0

(표 7.1) : 加入年齡方式(EAM)과 未來豫想單位方式(PUM)의 수리적 특성 비교