

保險會社의 支拂能力 測定에 관한 考察

— 最小擔保剩餘金(Minimum solvency margin) 策定の 數理的 技法을 中心으로 —

李 明 周

(財務部 保險局 保險計理人)

◀ 目 次 ▶

- I. 머리말
- II. 支拂能力의 一般事項
 - 1. 保險會社의 支拂能力
 - 2. 우리나라의 支拂能力에 관한 規制內容
 - 3. 支拂能力과 最小擔保剩餘金
 - 4. 支拂能力 測定時 考慮事項
- III. 最小擔保剩餘金 策定の 數理的 技法
 - 1. 比率에 의한 測定
 - 2. 損害分布에 의한 測定
 - 3. 破産理論에 의한 測定
- IV. 맺음말

I. 머리말

최근 정부, 학계 및 업계등에서 보험회사의 지불능력(담보력, Solvency)에 관심이 높아진 것이 사실이다.

오늘날 급변하는 보험환경에 대응하기 위하여 많은 수단이 필요하지만 이 수단들은 보험사업의

본질이 보험계약자에 대한 지급의무를 다하는 것인 점을 감안할 때 “보험회사의 지불능력”을 유지하는 범위내에서 각종 수단을 강구해야 한다고 생각을 같이 하고 있기 때문인 것으로 풀이된다.

여기서 생명보험사업과 손해보험사업의 지불능력의 필요성을 언급하기로 한다. 다시 말해 최소담보잉여금(Minimum solvency margin)의 책정은 왜 보험회사에서 필요한 지를 간단히 알아보자.

우선 생명보험회사는 개별 위험은 작으나 다수계약자 재산의 수탁기관으로서 보험보유(단체) 위험이나 자산운용 위험이 크다. 다시 말해, 생명보험 사업은 대수의 법칙이 충실하게 적용되므로 보험영업자체에서 발생하는 위험은 작으나 보험자산의 대부분이 계약자의 수탁자산이므로 이자율 하락·증권시세 하락등 경제적 위험에 따른 보험보유 위험과 자산운용 위험이 매우 크다.

예를 들어 1982년 6월28일 금리인하 조치로 업계 전체가 막대한 결손을 시현(1982~1985년 2,240억원 결손)하였고 최근에는 증시침체로 인하여 당기 이익이 격감될 전망이다.

또한, 손해보험회사에서 취급하는 위험중에는

대수의 법칙이 적용되지 않거나 거대한 위험이 많이 있을 뿐 아니라 대수의 법칙은 적용된다 하더라도 사고가 빈번한 자동차보험이 사업의 주종을 이루고 있기 때문에 보험영업 자체의 위험이 크다.

예를 들어 최근 손해보험사업실적을 보면 자동차보험의 누적 적자로 업계 전체가 경영압박을 받고 있으며 일부 회사들은 재무구조도 취약해지고 있다.

이와 같이 이익이 줄어들어 보험회사의 재무구조가 부실화되면, 이를 최소담보잉여금으로 보전하므로써 지불능력을 유지할 수 있는 것이다.

지불능력의 중요성은 보험감독 규제 내용에서도 찾아 볼 수 있다. 선진보험국가는 보험요율이나 상품개발, 자산운용 및 영업조직 등에 대하여 많은 자율성을 부여하고 있는 반면 지불능력 측면에 있어서는 규제가 엄격하다.

우리나라도 감독규제에 있어서 지불능력 측면은 중시되어 왔음을 다음의 제도를 통해 알 수 있다.

우선 생명보험에 대하여는 지속적으로 책임준비금을 순보험료식으로 적립하도록 지도하여 왔고, 보험개방과 더불어 1988년 보험업법 개정시 보험보증기금제도(guarantee fund system)를 도입한 것을 들 수 있다.

또한 1991년 부터는 조기경보제도(early warning system)을 도입하여 실시하고 있다. 손해보험에 대하여도 보험보증기금제도 도입은 물론 위험의 보유 한도를 회사의 지불능력에 따라 규정할 점을 들 수 있다.

일반적으로 보험회사의 지불능력은 보험자산으로서 현금화 할 수 있는 자산(인정자산)이 책임준비금과 최소담보잉여금의 합계액 보다 많을 때를

말한다. 따라서 보험회사의 지불능력 측정은 최소담보잉여금을 어떻게 책정하느냐에 따라 달라지는 것이다. 이에 본고에서는 최소담보잉여금의 책정에 관한 수리적 기법을 고찰하고자 한다.

II. 支拂能力의 一般事項

1. 保險會社의 支拂能力

보험회사가 장기적으로 보험계약자에게 약정된 의무를 다하기 위하여는 재정적으로 건전해야 한다. 보험사업년도에 있어서 회사의 수입을 지출과 비교하는 것은 회사의 손익을 나타낼 뿐이며, 재정적 건전함을 나타내지 않는다. 그러므로 어떤 특정시기에 있어 보험회사의 지불능력은 자산, 책임준비금 및 잉여금에 의해서 측정된다.

자산이란, 보험회사가 소유한 재산이다. 책임준비금이란, 보험회사가 어떤 다른 당사자, 일반적으로 보험계약자에게 지불해야 하는 재정적인 의무 혹은 부채이다. 잉여금이란, 자산에서 책임준비금을 공제하는 순자산이다.

여기서 “보험회사의 지불능력”이라 함은 책임준비금 및 잉여금의 합계금액에 대한 건전한 자산(인정자산)의 보유정도를 뜻한다.

일반적으로 책임준비금 및 잉여금의 합계액 이상의 인정자산을 보유하고 있어야 지불능력이 있다고 한다.

그러면 인정자산, 책임준비금 및 잉여금에 대하여 자세히 살펴 보기로 하자.

첫째로 인정자산(admitted asset)은 재산의 시장가치로 쉽게 현금화 할 수 있는 것으로 현·예금, 채권, 주식, 대부금 등은 포함되며 비품 및 선

수보험료 등은 포함되지 않는다.

이와같이 보수적으로 자산을 인정함은 보험회사가 그들의 진실한 재정적인 건전함을 과대평가하기를 원치 않기 때문이다.

둘째로 책임준비금을 생명보험과 손해보험으로 구분하여 생각하면 생명보험은 보험료적립금, 미경과보험료, 지급비금, 실효비금 및 보험계약자 배당준비금 등을 말하고 손해보험은 지급비금(IBNR 포함) 및 미경과보험료 등을 말한다.

다시말해 우리나라의 보험업법 제97조 준비금이나 손해보험의 비상위험준비금은 본고에서는 책임준비금에 포함되지 않는 것으로 간주한다.

셋째로 잉여금은 자산에서 책임준비금을 공제한 금액을 말하며 이는 보험회사가 불경기에 처한 경우에 이용가능한 자산이다. 또한 보험회사가 새로운 사업 혹은 새로운 상품으로 확장하려 할 때 필요한 재원이다. 그리고 회사의 재정적 척도이다.

2. 우리나라의 支拂能力에 관한 規制 内容

생명보험회사와 손해보험회사를 구분하여 설명하기로 한다.

지금까지 생명보험회사들은 주식회사 형태이면서 경영방식은 보험상품을 배당보험만 취급하는 등 상호회사 형태이었다.

이에 지불능력에 관한 규제는 주주에게 어떤 제약을 주지않고 단지 보험회사의 내실화를 위하여 경영차원에서 책임준비금을 순보험료식으로 적립토록 유도하여 왔다.

그러나 최근들어 보험개방과 더불어 보험회사의 신설이 많아짐에 따라 1988년 보험업법 개정을 통하여 보험회사가 파산하게 되면 보험가입자를 보호할 수 있도록 하기 위하여 보험보증기금 제도

(guarantee fund system)을 도입 실시한 바 있으며 1991년부터는 보험회사의 부실화를 사전에 예방하기 위하여 보험감독원에서 실시하고 있는 보험회사의 종합경영 평가제도와는 별도로 조기경보제도(early warnig system)을 도입 실시 한 바 있다.

그리고 신설 보험회사의 본격 영업개시 및 기존 보험사 중 일부 회사들이 탈상호회사화(demutualization)하고 있어, 이에 대응한 지불능력 확보방안으로 이연자산을 포함한 총자산이 해약환급금식 책임준비금과 일정금액(FY '91;30억원, FY '92;60억원, FY '93;100억원)의 합계액을 초과하도록 한 바 있다.

이와 같은 지불능력 확보방안은 보험회사로 하여금 상품의 운용 및 자산운용 등 경영은 점진적으로 자율성을 확대 보장하되 최근 외형 경쟁을 위하여 일부 회사들의 방만한 사업확장, 인력 확보의 과열, 모집질서 문란 등의 부작용을 간접적으로 규제하고자 하는 것이다. 특히 보험계약자 배당의 자율화와 담보력 확보의무를 연계하는 효과가 있다 하겠다.

다음은 손해보험회사의 규제내용을 살펴 보기로 하자.

우리나라의 손해보험사업은 일찍부터 주식회사적 경영방식을 취하고 있었으나 담보력에 관한 규제는 종전까지 직접적인 규제내용은 없었다. 다만, 간접적인 규제방식으로 책임준비금의 적립 충실화를 위하여 비상위험 준비금을 영업성과에 따라 적립토록 하여 왔고, 이를 보험계약자 준비금(부채)에 포함하고 있다. 1987년 부터는 지불능력을 보다 강화하기 위하여 담보력에 따라 보유(retention)을 제한 한 바 있다.

그 내용을 간단히 소개하면 손해보험회사의 연간 보유보험료는 보험계약자잉여금의 500%를 초과할 수 없도록 한 것이다.

3. 支拂能力과 最小擔保剩餘金

앞에서 언급한 바와 같이 지불능력(담보력)확보는 이론적으로 인정자산이 책임준비금과 잉여금을 초과하는 경우를 말한다.

따라서 지불능력을 측정하기 위하여는 인정자산, 책임준비금 및 잉여금의 금액을 각각 정당하고 적절하게 계산되어야 하는 것이다. 여기서 이들의 계산방법을 간단히 알아보자.

첫째로, 인정자산은 결산서류상 자산내역중에서 현금화할 수 있는 것을 식별하여 계산하는 것으로 이는 어려운 일이 아니다.

둘째로, 책임준비금은 보험료 및 책임준비금 산출방법서 상에서 정한 방법으로 계산하면 되나 이는 국가별로 세제나 담보력 기준 등을 고려하여 감독관이 별도로 정한 방법이 있는 경우가 많으므로 이점을 유의해야 한다.

예를 들어 우리나라 및 일본의 경우는 생명보험의 수리적 준비금(Mathematical reserve)을 해약환급금식 준비금 보다 크고 순보험료식 준비금 보다 작은 범위내에서 회사가 자율적으로 적립할 수 있도록 되어 있다.

그러나 미국의 경우는 감독관이 정한 준비금(Commissioner's reserve)을 적립하고 있는데 이의 준비금 적립정도는 순보험료식 준비금 보다 적고 해약환급금식 준비금 보다 많은 금액에 해당되는 것으로 회사의 자율성이 없는 일정액을 뜻한다.

세째로, 잉여금은 계약자에 대한 확정된 부채가

아닌 향후 보험경영의 안정성을 위하여 적립하고 있는 것으로, 적정규모를 판단하는 데에는 국가마다의 사회적 경제환경을 고려해야 된다. 이에 각국에서는 이를 이론적으로 연구하여 잉여금으로서 최소한 적립하여야 할 금액(최소담보잉여금)의 계산공식을 만들어 제시하고 있는 바 이의 공식에 따라 계산하고 있는 것이다.

다음은 지불능력과 최소담보잉여금의 관계를 살펴 보자.

최소담보잉여금 책정의 정도에 따라 보험회사는 지불능력 확보의 난이도가 결정되는 것이다.

다시말해, 최소담보잉여금을 높게 책정하게 되면 지불능력 확보가 현실적으로 어려워지며 반대로 최소담보잉여금을 낮게 책정하면 지불능력 확보는 쉬워지는 것이다.

따라서 최소담보잉여금의 책정정도를 보면 그 나라의 보험회사 담보력(지불능력)을 판단할 수 있는 기준이 될 수도 있는 것이다.

4. 支拂能力測定時 考慮事項

일반적으로 보험회사의 지불능력 분야에 대한 관심사항은 지불능력을 확실하게 보증하는 것인데 이때 지불능력 측정을 어떻게 하여야 하느냐가 문제이다.

우리는 어떤 시점에 있어서 실제로 지불능력을 측정할 때 주요 고려사항으로 다음 3가지를 소개하고자 한다.

첫째로, 단지 현재 수행중인 사업만 고려할 것인지 아니면 미래에 시작하는 새로운 사업도 고려할 것인지 그렇다면 어떤 시점을 기준으로 적용해야 할 것인가?

어떤 시점에 있어 보험자가 담보력을 측정하는

목적은 두가지 유형을 들 수 있다. 이는 회사의 파산을 위하여 청산하는 경우와 계속 사업하는데 필요한 지불능력을 계산하는 경우이다. 청산을 전제로 계산하는 방법(청산기업 방법)은 어떤 다른 새로운 사업을 고려하지 않은 상태에서 지불능력을 고려하는 데 반하여 계속사업을 하는 것을 전제로 계산하는 방법(계속기업 방법)은 미래의 새로운 사업도 고려하여야 한다.

새로운 사업이 이익을 줄 것인가 손해를 줄 것인가에 따라 이들 두 방법에 차이점이 생길 것이다. 계속기업 방법에서는 적어도 단기적으로는 자산투자의 경직성이 반드시 필요하지 않지만 청산기업의 경우에는 자산투자에 있어 경직성이 필요하다.

청산기업에 의한 방법에 따르면 사업이 존속하는 동안의 무담보(Insolvency) 상태가 되면 새로운 사업을 허용하지 말아야 한다. 왜냐하면 회사는 미래의 사업이 이익을 보이면 기존의 부족액을 보상하려고 하는 위험이 있기 때문이다.

즉, 관리자의 입장에서 보면 현재 발생된 큰 부분에 대하여 새로운 사업으로 보전하고자 하는 것이다. 그러므로 관리자의 입장에서 보면 두가지 방법들이 모두 고려될 수 있다.

물론 계속기업의 관리 측면에서 보면 계속기업에 대한 방법(관리자가 미래의 사업·보험료 등을 추정할 때 훨씬 유리하다)이 이론적으로 적당한 것이다.

계속기업이나 청산기업의 가정을 선택한 후에 결정해야 할 문제는 적용해야 할 시간기준을 정하는 것이다. 관리자의 관점에서는 어떤 정책을 시행하는 데 1, 2년 정도면 충분할 것이다. 한편, 관리측면에서 보면 긴 기간이 유리할 것이다(예를

들면 8~10년). 특히 생명보험에서는 부채의 기간이 매우 길기 때문에 긴 기간이 필요할 것이다.

둘째로, 어떤 위험이 고려되어야 하며, 그 위험들은 정당한 것인가?

보험회사의 지불능력을 측정함에 있어 “어떤 위험이 고려되어야 하나?”하는 문제를 살펴보면 보험회사의 부채 측면에서의 보험사고의 추이와 자산측면에서의 투자를 들 수 있다.

종래에는 보험회사의 담보력 측정에 있어 보험사고의 추이를 중시하였으나, 최근에는 보험사고의 추이와 투자위험 모두를 중시하고 있다. 특히 생명보험사업에는 투자위험을 중시하는 경향이 크다.

여기서 부채와 자산을 평가함에 있어서 고려되는 위험을 자세히 살펴보기로 하자.

(1) 부채(Liability) 평가할 때 고려되는 위험

(가) 보험사고 변동(Claim fluctuation)

우선 매년 보험사고의 수는 동일하게 분포되는 것으로 가정하고 단지 보험금 등 지출부문의 불확실한 추이만을 고려하는 단순한 방법을 들 수 있으나 일반적인 방법은 다음 내용이 반영되어야만 보다 과학적이다.

(i) 보험료산출 기초율의 단기적이고 불확실한 변화

(ii) 경제 또는 사회변화의 결과에 따른 주기 변화

(iii) 보험사고의 장기적 추세

(나) 그밖에 고려되어야 할 위험

물가상승(inflation), 재보험, 큰 재해(catastrophes), 사업비 및 주주 및 계약자에 대한 배당을 들 수 있다.

(2) 자산(Assets)평가할 때 고려되는 위험

여러 나라의 보험회사들의 부채는 총량적으로 비교할 수 있겠지만 자산의 형태와 투자기법에서의 자산의 상대적인 중요성은 크게 다를 수가 있다.

그래서 자산변동의 위험은 모든 나라에 비교할 수 있는 형태로 나타나지는 않을 것이다.

그러나 일반적으로 대부분의 국가에서 생명보험과 손해보험에서의 투자가 최근들어 더욱 중요시 되어간다는 느낌을 갖게된다.

예를들어 자산변동에 대한 수익은 전통적으로 보험계약자간에 현실화된 이익을 분배하기 위하여 이익분배 계획과 결합한 보험료 계산에서(가끔은 감독측의 지시에 의해) 상대적으로 낮은 이익의 산출로 반영되어 간다.

이러한 이익분배 계획이 해를 거듭할수록 중요해짐에 따라(때로는 예상이익에 기초를 둬) 회사들은 부(adverse)의 자산변동에 더욱 피해를 입기 쉬워졌다.

많은 나라에서 최근에 예상 투자이익이 없다면 보험에서 위험을 부적절한 보험료율로 인수하지 않았을 것이다.

만일 이러한 이익이 실현되지 않으면 이것은 또한 보험자에게 심각한 문제들을 유발할 수 있다. 그래서 자산부분에서의 깊은 연구는 더욱 가치가 있을 것이다. 자산부분에서 우리는 몇가지 위험의 유형들을 구분할 수 있다. 그 중 첫번째는 보험회사에 의해(최소한 어느 정도) 영향을 받지않는 투자 가치의 전반적인 변화이다. 이런 위험을 “거대위험”이라 칭한다. 그 다음은 개인보험회사들에서의 이러한 변동의 영향은 그들의 개별적인 분산투자 기법으로 나타난 위험을 “작은위험”이라 칭한다.

셋째로, 지급불능이 될 가능성이 얼마나 되는가?

일반적으로 무담보상태가 될 확률을 구하는 것은 어려운 일이다. 상식적으로 큰 위험에 봉착했거나 사업한지 오랜기간후에 무담보 상태가 될 확률은 크게 증가될 것으로 판단하고 있다.

몇몇 보험제리인(Beard, Pentikäinen 및 Pesonen 1984)은 다음과 같이 기간에 따라 무담보 확률을 제시 한적도 있다.

(i) 한해 무담보 상태가 될 확률 10^{-4}

(ii) 10년후 무담보 상태가 될 확률 10^{-3}

(iii) 유한기간 후의 무담보 상태가 될 확률 10^{-2}

이러한 확률들은 어느 것이 더 수용될 수 있는지를 명백히 말하기는 어렵다. 무담보 상태가 될 확률의 선택은 유일한 원인에 있다기 보다는 상황의 무질서한 변화에 있기 때문이다.

III. 最小擔保剩餘金 策定の 數理的 技法

1. 比率에 의한 測定

가. 생명보험

(1) Campagne 방법

Campagne은 최소담보잉여금(minimum solvency margin)의 표현방법으로 3가지를 제시하고 이의 유용성을 각각 다음과 같이 평가하였다.

(i) 계약고의 일정율: 이 비율은 계산방법이 각국마다 다르며 계약고에 대한 자료를 너무 신뢰할 수 없기 때문에 유용성이 적다고 생각한다.

(ii) 위험보험가입금액의 일정율: 이 비율은 정확하게 계산하기가 어려우며, 특히 음의 위험보험가입금액 계약들을 어떻게 고려해야 하느냐가 문제된다.

(iii) 수리적 준비금(Mathematical reserve)의 일정비율: 투자에 관한 위험은 생명보험에서 매우 중요하며 수리적 준비금(보험료적립금+미정과보험료)은 생명보험에서 투자된 액수의 대부분을 차지하므로 이 비율이 가장 의미있는 것으로 평가되고 있다.

위의 비율(iii)을 구하기 전에 다음과 같은 과정을 밟았다:

1년동안의 손해액(L)은 수리적 준비금(V) 비율로써 준다. 이익은 음의 손실이다. 그리고 그는 이자에 대한 위험을 설명하기를 원했으므로, 손실은 넓은 의미에 정의된다.

이 비율은 다른 해 동안 그리고 다른 회사들을 위해 독립적이고 동일하게 분포(i.i.d.)한다는 가정을 만들었다. 그때 L/V의 분포의 매개변수는 관찰을 함으로써 측정된다.

V의 일정비율 만큼 회사의 실제 준비금(U)을 적립했다면 이때 일년안에 이런 회사의 실제준비금을 능가하는 손실이 발생할 가능성이 아주 작은 양인 ϵ 보다 더 작거나 같아야 한다. 즉,

$$P\{L/V > U/V\} \leq \epsilon$$

다음은 Campagne이 고찰한 수리적 결과(Numerical results)를 소개하기로 한다. 여기서 사용된 자료는 10개의 큰 보험회사 손해자료를 토대로 하였으며, 여기서 x를 L/V라 할 때 다음과 같은 손해확률 밀도함수를 표현할 수 있다.

$$\frac{1}{f_x(x)} \frac{df_x(x)}{dx} = \frac{x+a}{b_0+b_1x-b_2x^2}$$

이때 매개변수 a, b_0, b_1, b_2 는 중심모멘트(Central moments) $\mu_2, \mu_3, \mu_4(\mu_1=0)$ 으로 부터 계산되었다.

$$\begin{pmatrix} a \\ b_0 \\ b_1 \\ b_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 3\mu_2 \\ \mu_2 & 0 & 3\mu_2 & 4\mu_3 \\ \mu_3 & 3\mu_2 & 4\mu_3 & \mu_4 \end{pmatrix}^{-1} \begin{pmatrix} 0 \\ -\mu_2 \\ -\mu_3 \\ -\mu_4 \end{pmatrix}$$

이렇게 사용된 자료들은 결국은 다음과 같은 빈도함수를 이끌어 냈다.

$$f_x(x) = 31.73 \left(1 + \frac{x^2}{5.442^2}\right)^{-4.860} e^{2.226 \arctan\left(\frac{x}{5.442}\right)}$$

최소담보잉여금은 다음 식의 요소x에 의해 구해진다.

$$\int_{x^*}^{\infty} f_x(x) dx = \epsilon$$

이번에는 1년동안 필요로 하는 잉여금은 제외하고 또한 K년(K=2, 3, 5, 10) 후에 이 기간에 잉여금을 초과하는 총손실이 ϵ 보다 작게되는 가능성을 유지하기에 충분한 잉여금을 계산하였다(그 기간의 끝에서의 상환만을 재검토 하였더니 이것은 보통 정의된 대로 파멸의 가능성보다도 좀 더 제한된 개념이다).

- (i) 어떤 손해 x_i 에 대하여 1년의 빈도함수의 합성(convolution)은 x_i 를 표현하여
- (ii) 평균준비금(또는 지난해의 책임준비금)으로 나뉜진 축적된 손실자료(4년동안)의

같은 형태의 분포에 적합시킴으로써 이 방법에서 10개의 회사와 20년 동안의 자료는 110개의 관찰을 이끌어 냈다.

물론 1년기간 동안의 양 방법은 동일하다. 합성법의 사용은 결과적으로 다음의 <표-1>를 이끌어 냈다.

<표 1> 보험료 적립금의 비율로써
최소 지불준비 잉여금

ϵ	년수(보험료적립금의 %)				
	1	2	3	5	10
0.001	9	10	10	12	14
0.01	7	7	7.5	8	9
0.05	3.5	4	4	4	3
0.1	2.5	2.5	2	2	1

Campagne의 제안은 $\epsilon=5\%$ 를 선택하는 것이었고 그러므로 4%의 필요한 잉여금을 규정하는 것이었다.

또한, 방법 (ii)의 사용은 K의 더 큰 값을 위해 상당히 낮은 비율을 이끌어 낸다. Campagne은 이것은 몇몇 손실을 본 후에 이익의 가능성이 적어도 본질적으로 건전한 회사들을 위하여 상승할 것이기 때문이라고 생각했다.

EEC에서는 최소지불 준비잉여금으로 수리적 준비금(재보험 포함)의 4%해당액과 위험보험가입 금액의 0.3% 해당액을 합한 금액으로 하고 있다. 다만, 다음의 경우는 별도 방법을 인정하고 있다.

- (i) 재보험 : 최대허용치는 수리적 준비금의 15%와 위험보험가입금액의 50% 해당액

- (ii) 단기성보험 : 최소담보잉여금의 70% 해당액만 계산하여도 된다.

- (iii) 특별약관보험 및 재해사망보험 : 이는 손해보험의 잉여금 계산방식을 적용한다.

이러한 최소담보잉여금 해당액은 자본잉여금, 임의적립금 및 미처분이익등으로 자본계정에 표시되어져야만 한다.

여기서 보험보증기금(guarantee fund)의 재원은 최소담보 잉여금의 1/3을 보험회사로 부터 각출하여 조성하고 있다.

(2) Buol방법

Buol은 최소담보잉여금을 책임준비금 계산시 적용하는 이자율에 따라 낮은 이자율을 적용하여 계산된 많은 책임준비금(Strengthened Reserve)과 높은 이자율을 적용하여 계산된 적은 책임준비금(Unstrengthened Reserve)이 있는 바 이들 각각의 책임준비금을 기초로 계산하였다.

여기서 “Unstrengthened Reserve” 적용이자율은 지난 20년간의 실제 이자율을 뜻하며 이를 구하는 산식은 다음과 같다.

(산식) : $\text{지난 20년 동안의 최저이자율}(2/3) + \text{최소이자율} \times 90\%(1/3)$

또한, “Strengthened Reserve” 적용이자율은 그 당시의 “Unstrengthened Reserve” 적용의 80% 내지 85%를 말한다.

Buol의 최소담보잉여금을 산식으로 표현해 보면 다음과 같다.

산식 : “Unstrengthened Reserve” 적용이자율을 기초로 계산한 책임준비금의 9% + 위험보험가입금액의 6%

오늘날 Buol의 방법을 채택하여 운영하고 있는

나라는 거의 없다.

지불준비금 및 경과보험료의 합계액을 초과할 확률이 ϵ 되는 경우를 수식으로 표현하면,

$$\Pr(c \cdot P_{ij} + S_{ij} > P_{ij} + f \cdot P_{ij}) = \epsilon$$

나. 손해보험

(1) Campagne방법

우선 여기서 사용되는 기호를 정의해 보면 다음과 같다.

S_{ij} : j년도 i회사의 전체 손해액

P_{ij} : j년도 i회사의 전체 경과보험료

단, S_{ij} , P_{ij} 는 출재분을 정산한 당해회사의 보유계약분을 뜻한다.

또한, $X_{ij} = S_{ij}/P_{ij}$ 이라고 하고 X_{ij} 는 i, j, d이다.

c: 사업비에 대한 경과 보험료의 일정지분율

f: 최소담보잉여금에 대한 경과보험료의 일정지분율

여기서 총손해액 및 사업비의 합계금액이 최소

위 식을 P_{ij} 로 나누면,

$$\Pr(x > 1 + f - c) = \epsilon$$

또는 $f = x^* - (1 - c)$ 이 된다.

단, x^* 는 $P\{x > x^*\} = \epsilon$ 를 만족하며, x는 β -분포를 한다고 가정한다.

Campagne은 유럽 몇개국의 손해보험 사업의 담보잉여금(Solvency margin)을 앞에서 설명한 공식에 따라 조사한 결과는 다음과 같다.

이때 $\epsilon = 0.0003$ 으로 가정했다.

이 결과 Campagne은 최소담보잉여금으로 경과보험료의 25%를 제시하였다.

〈표 2〉

	덴마크	프랑스	독 일	영 국	이탈리아	네덜란드	스웨덴	스위스
100x	51	49	44	50	43	43	61	46
100x*	74	97	68	72	83	78	90	83
100c	35	38	35	41	44	53	32	42
	109	135	103	113	127	131	122	125
100f	9	35	3	13	27	31	22	25

주) 1. x는 평균 경과손해율임

2. 프랑스의 경우 재보험실적이 감안되지 않았음

(2) De Mori방법

우선 여기서 사용되는 기호를 정의해 보면 다음과 같다.

S : 전체 손해액

P_e : 전체 경과보험료

P_r : 전체 순보험료

$\bar{S}$: 과거 3년간의 평균 전체손해액

V_i : 수리적 준비금(미경과 보험료)

V_s : 지급준비금

E : 담보 잉여금

Q : P_r , S, V_i 에 사용됨

또한 어떤 보험종목(운송, 자동차, 기타보험)에

대한 다음 정보를 이용한다.

- (i) $\sigma^2 = \text{Var}(S/P_e)$ 단, $S/P_e \sim$ 정규분포
- (ii) V_s/S : 1년간의 지급준비금과 전체 손해액의 비율
- (iii) Q/P_e

위의 3가지 정보를 구한후 보험종목별 담보잉여금을 산출하는 식을 알아보자. 여기서 S/P_e 가 정규분포를 하고 있으므로 이의 평균이 3σ 이내 정확성을 유지(신뢰 확률 99.7%)하는 각 보험종목의 담보잉여금(U)는 다음 공식에 의거 산출된다.

$$\frac{U}{Q} = \frac{3\sigma \times V_s/S}{Q/P_e}$$

De Mori는 위 식을 이용하여 보험종목별 최소 담보잉여금을 다음표와 같이 P_r , S 및 V_t 의 일정율로 제시하였다.

〈표 3〉

구 분	운 송 보 협	자 동 차 보 협	기 보 타 협	전 체
P_r	39	24	9	24
S	41	44	18	34
V_t	29	17	11	19

(3) Buoro Pavesi 및 Zucchiatti 방법

여기서 사용되는 기호를 정의해 보면 다음과 같다.

S_t : t년의 전체 손해액

C_t : t년의 전체 사업비

P_t : t년의 전체 보험료

우선 아래의 식 (1)이 만족한다고 가정하며, 이때 $X \sim N(m, \sigma^2)$ 라 하자. 또한 m, σ^2 은 과거 5개년

(t-1, t-2, t-3, t-4, t-5)의 실제 통계자료에 의한 추정치이다.

$$x = \frac{S_t + C_t}{P_t} \quad (1)$$

이때 아래의 식 (2)이 만족하므로

$$\begin{aligned} P\{S_t + C_t < P_t + U_t\} \\ &= P\{x < 1 + (m-1) + c \cdot \sigma\} \\ &= \Phi\left(\frac{(m+c \cdot \sigma - m)}{\sigma}\right) = \Phi(c) \end{aligned} \quad (2)$$

t년도의 담보잉여금은 식(3)으로 표현된다.

$$U_t = P_t\{(m-1) + c \cdot \sigma\} \quad (3)$$

Buoro등은 손해액과 사업비의 합계액이 보험료와 이윤을 초과할 확률이 0.0062가 되는 경우는 식(2)와 (3)에 있어 $c=2.5$ 라고 제시했다.

이론적으로는 여기서 소개한 방법에 의하면 담보잉여금이 0 또는 심지어 음수(-)도 가능하다. 그러나 현실적인 면을 감안하여 Buoro등은 최소 담보 잉여금으로 전체 수입보험료의 8%를 제안하고 있다.

2. 損害分布에 의한 測定

위험의 단한가지 형태인 총손해액의 변동위험을 이용하여 담보잉여금을 계산하는 간단한 방법을 알아보기로 하자.

여기에서 사용하는 기호를 정의하면 다음과 같다.

U_0 : 기시준비금(또는 기시 담보잉여금)

S : 총손해액, r 에서 t 사이의 기간동안의 총 손해액은 $S(r, t)$ 로 표시하고 단일기간에 대해서는 S 로 표시한다.

P' : 위험할증을 포함한 순보험료

대부분의 경우 '안정할증'은 위험보험료에 비례하는 것으로 가정하므로 $P' = (1 + \eta)P$, (단, P 는 위험보험료 $P = ES$) 이 된다.

여기에서 생각하는 방법은 한기간에 대해서 생각하며, 회사가 기말에 여전히 지불능력이 있는지 어떤지, 즉, $U_0 + P' > S$ 가 될 것인가를 검증한다.

S 는 추정치이기 때문에 일반적으로 항상 정확한 U_0 를 잡는 것이 가능한 것은 아니다. 따라서 U_0 를 다음과 같이 되도록 결정한다.

$$P\{S > U_0 + P'\} \leq \epsilon$$

(단, ϵ 은 지급불능 확률의 최대값)

우선 총손해액 분포를 설명하기로 한다.

기시준비금 U_0 에 대해서 논하기 위해서는 총손해액 S 의 추정형태에 대한 정보가 있어야 한다. 위험을 집합적인 이론의 입장에서 보아, 보유계약에 대한 총손해액의 값을 가지며, Z_i 는 독립적이고 균등한 분포(i, i, d)이며 n 에 대해 독립이다.

따라서 다음 식을 얻게 된다.

$$S = \sum_{i=1}^n Z_i$$

이 경우 S 의 분포함수 $F_S(S)$ 는 다음과 같이 계산될 수 있다.

여기서 $F_S(S) = \sum_{k=0}^{\infty} P_k F_k^*(S)$ 이고, $P_k = p(n=k)$ F_k^* 는 손해액 분포의 k 번째의 합성한 분포함수이다.

손해건수 n (또는 0에서 t 기간 동안은 $N(0, t)$)은 가장 보편적으로 아래의 포아송분포를 가정하거나

$$P_k = \frac{e^{-\nu} \nu^k}{k!}$$

(이 경우 S 의 분포는 "혼합 포아송"이라 부른다), 소위 "가중된" 또는 "혼합된 포아송분포"를 가정한다.

$$P_k = \int_0^{\infty} \frac{e^{-\nu\theta} (\nu\theta)^k}{k!} dF_w(\theta)$$

여기서 $F_w(\theta)$ 는, $E_w = i$ 인 "가중" W 의 분포함수이다.

$F_w(\theta)$ 에 대한 특별경우가 Gamma분포이다.

$$F_w(\theta) = \frac{1}{\Gamma(h)} \int_0^{\theta} e^{-y} y^{h-1} dy$$

이 경우 우리는 다음식을 유도할 수 있다.

$$P_k = \binom{k+h-1}{k} \left(\frac{\nu}{\nu+h} \right)^k \left(\frac{h}{\nu+h} \right)^h$$

이것은 음 이항 분포로 인식할 수 있다.

개개의 손해액의 분포함수 $F_X(z)$ 에 대해서 몇가지 선택이 가능하다. 실제로 가장 보편적인 것이 로그 정규분포이다.

다음은 총손해분포에 대한 근사치 추정방법을 알아보기로 하자.

n 과 Z_i 의 분포에 관한 충분한 정보가 사용 가능하다면 원칙적으로 S 의 분포는 정확하게 계산될 수 있는 것이다. 그러나, 근사식을 사용하는 것도 가능하다.

한정된 정보만이 사용가능한 대부분의 실제 상황에서 이 것들은 충분히 정확한 결과를 도출해 낼 수 있다.

몇 가지 간단한 근사치 추정방법을 소개하면,

(i) 정규근사법(Normal Approximation)

S 가 매개변수 ν (즉 $\nu = En = \sigma_0^2$)의 혼합 포아송인 경우

$$\frac{s-m_1}{\sqrt{\mu_2}} \sim N(0, 1) \text{ 가 된다.}$$

주) 여기서, 또한 향후 계속적으로 다음과 같은 표시를 사용한다.

$$m_1 = \nu a_1$$

$$\mu_2 = \nu a_2$$

(ii) 축차 정규근사법(Normal Power Approximation)

$$F_s(s) = \Phi(y)$$

여기서 Φ 는 표준정규 분포 $N(0, 1)$ 의 분산식이며 y 는 다음식에서 유도된다.

$$\frac{s-m_1}{\mu_2} = y + \frac{\gamma_s}{6}(y^2-1) \quad y \geq 1 \quad (4)$$

이때 γ_s 는 S 의 왜도(Skewness) $\gamma_s = \mu_3/\mu_2^{3/2}$ 로 정의한다.

이 식은 식(4)의 우변이 멍급수의 처음 두개의 항을 포함하므로 NP_2 라고 말할 수 있다.

이 표식에서 정규근사법은 NP_1 가 될 것이고 NP_3 는 식(4)의 우변에 더함으로서 다음과 같이 얻어진다.

$$\frac{1}{24}\gamma_s(y^3-3y) - \frac{1}{36}\gamma_s^2(2y^3-5y)$$

여기서 γ_s 는 S 의 첨도(Kurtosis)이다.

이 특수항이 추정의 신뢰도를 증대하게 향상시키는 것은 아니기 때문에 거의 쓰이지 않는다.

(iii) 감마함수근사법

(Gamma function Approximation)

$$F_s(m_1 + k\sqrt{\mu_2}) = \frac{1}{\sqrt{k}} \int_0^{k+k\sqrt{k}} e^{-y} y^{k-1} dy$$

$$(\text{단, } k = \frac{4}{\gamma_s^2})$$

우리는 이 절에서 근사법으로는 Normal방법과 NP방법이 특히 중요하다. 왜냐하면 이 방법들은 기시준비금 U_0 의 간단하고도 정확한 식들을 얻는데 사용될 수 있기 때문이다.

지금까지 설명한 총손해분포를 이용하여 지불능력 측정에 필요한 최소담보잉여금 책정방법을 알아보자.

다시말해 다음식으로 부터 U_0 를 구하는 방법을 설명하기로 한다.

$$P\{S > U_0 + P'\} \leq \epsilon$$

위 식으로 부터 U_0 의 최소값은 다음과 같이 유도된다.

$$U_0 = F_s^{-1}(1-\epsilon) - P'$$

그러면, 근사치 구하는 방법을 이용하여 U_0 의 근사치를 구하여 보자.

(i) 정규근사법(Normal Approximation)

$$F_s(U_0 + P') = 1-\epsilon \Rightarrow \frac{U_0 + P' - P}{\sigma_s} = y_\epsilon$$

$$\text{단, } y_\epsilon = \Phi^{-1}(1-\epsilon) \quad \sigma_s = \sqrt{\mu_2}$$

$$U_0 = y_\epsilon \cdot \sigma_s - H \text{ 로도 쓸 수 있다.}$$

(ii) NP근사법(NP approximation)

U_0 의 최소값은 다음과 같이 유도될 수 있다.

$$\frac{U_0 + P' - P}{\sigma_s} = y_\epsilon + \frac{1}{6}\gamma_s(y_\epsilon^2 - 1)$$

$$\text{이것으로 부터 } U_0 = \sigma_s(y_\epsilon + \frac{1}{6}\gamma_s(y_\epsilon^2 - 1)) - H$$

가 된다.

S 가 혼합포아송분포를 따르고 안전할증이 비례적인 경우 이것은 다음과 같은 식으로 표시된다.

$$U_0 = y_\epsilon \sqrt{\nu a_2} + \frac{a_3(y_\epsilon^2 - 1)}{6a_2} - \eta \nu a_1 \quad (5)$$

개개의 손해액 크기는 최대로 M(예: M은 재보험계약에 있어서 보유한도)으로 제한될 것이다.

이 경우 다음과 같이 몇 가지 대략적인 규칙을 발견할 수 있다.

$$a_1 = \int_0^M z^1 dF_Z(z) \leq M \int_0^M z^{1-1} dF_Z(z) = Ma_{1-1}$$

따라서 식(5)에서 U_0 의 최소값에 대해서

$$U_0 \leq y_\epsilon \sqrt{PM} - \eta P + \frac{1}{6}(y_\epsilon^2 - 1)M$$

또는 $K := \frac{a_2}{\nu M}$ 라 하면

$$U_0 \approx y_\epsilon \sqrt{KPM} - \eta P + \frac{1}{6}(y_\epsilon^2 - 1)M$$

를 구할 수 있다.

실제로 모든 상황에 대해서 K의 범위는 0.2에서 0.6사이 이다.

그래서 0.6이라는 비교적 안전한 수치를 선택하여 대략적인 규칙으로서

$$U_0 = 1.9\sqrt{PM} - \eta P, \quad \epsilon = 0.01$$

$$U_0 = 2.5\sqrt{PM} - \eta P, \quad \epsilon = 0.001$$

을 얻을 수 있다.

다음은 자동차보험 사업에 필요한 담보잉여금을 구하여 보자.

우선 식(5)에 있어서 $\eta \nu a_1 = 0$ 라고 가정하면,

$$U_0 = y_\epsilon \sqrt{\nu a_2} + \frac{a_3(y_\epsilon^2 - 1)}{6a_2}$$

또한, 위험보험료 P가 νa_1 과 같으므로, 위 식은 다시

$$U_0 = C_1 \sqrt{P} + C_2, \quad C_1 = y_\epsilon \sqrt{a_2/a_1}$$

$$, \quad C_2 = \frac{a_3}{6a_2} (y_\epsilon^2 - 1)$$

로 쓸 수 있다.

위 식에 있어서 C_1 과 C_2 의 값은 재보험 형태에 따라 아래 표와 같이 정하면, 자동차보험의 위험보험료에 대한 담보잉여금 비율의 결과를 아래와 같이 제시했다. 이 때 XL은 초과손해액 계약을 말한다.

〈표 4〉 위험보험료 P(금액단위 FB)의 백분율로 표시한 Solvency margin, $\epsilon = 0.0001$

	Coefficients		P (in 10 ⁶ FB)				
	C ₁	C ₂	100	220	500	1,000	2,000
XL 500,000	1,358	749,137	14	10	6	4	3
XL 1,000,000	1,891	1,531,153	20	14	9	6	4
XL 3,000,000	3,066	4,379,361	35	24	15	10	7
XL 7,500,000	4,053	8,940,035	49	33	20	14	10
Quota share 20%	4,376	14,025,722	58	36	23	16	11
No reinsurance	4,892	17,532,153	66	41	25	17	12

3. 破産異論에 의한 測定

우선 파산이론(Ruin theory)에 대하여 간단히 설명하기로 한다.

준비금(담보잉여금)의 변환과정을 아래의 식(6)으로 소개할 수 있다.

$$U_t = U_0 + P'(o, t) - S(o, t) \quad (6)$$

단, U_t : t 시점에서의 준비금(Solvency margin)

$P'(o, t)$: o 에서 t 까지의 기간중 안전할증을 포함한 경과 위험보험료

$S(o, t)$: o 에서 t 까지의 기간중 총손해액

이때 일반적으로 보험료는 납입일까지 계속 납입되었다고 가정하므로

$$P'(o, t) = P' \cdot t = (1 + \eta)P \cdot t \text{ 이 된다.}$$

우리는 식(6)에서 만약 U_t 가 음수($U_s > 0$, $0 < s < t$)일 경우 파산이 발생하였다고 말한다.

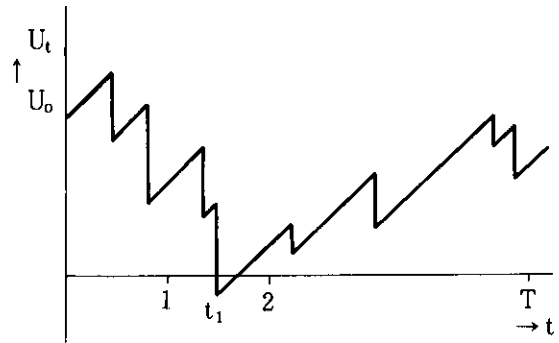
여기서 파산확률 $\Psi(U_0, T)$ 란 t 가 $(0, T)$ 에 포함될 때 U_t 가 음수가 될 확률을 나타낸다. 기간이 무한이 될 경우 이 확률은 최종 파산확률이라 부르며 $\Psi(U_0)$ 라 표기한다. 실제에 있어서는 준비금이 양수인지 계속적으로 확인할 수가 없고 일정기간(h)후에만 가능하다고 한다.

이 경우 파산확률은 유한기간에 대하여 $\Psi(U_0, T)$ 무한기간에 대하여 $\Psi(U_0)$ 라고 각각 표현한다.

이때 U_t 계속적으로 확인한 경우와 일정 시간마다 확인하는 차이점은 <그림 1>로 비교할 수 있다.

위의 그림에서 보험료의 수입은 U_t 를 양의 방향으로 연속적인 증가하고 손해액(보험금)의 변화과정은 U_t 를 음의 방향으로 불연속적으로 급격하게

<그림 1>



감소하게 한다.(대부분의 경우 손해액은 음수가 아니다.)

이 경우, U_t 를 계속적으로 확인하면 t 에서 파산이 발생한다. 한편 1, 2점등에서 관찰하였을 때는 파산이 전혀 발생하지 않는 것처럼 보인다.

만약 모든 보험료를 기시에 받았다고 가정하면 중도에서 관찰할 때와 기말에서 관찰할 때의 파산확률은 같다.

지금까지 설명한 네개의 파산확률의 관계는 다음과 같다.

$$\Psi_h(U_0, T) \leq \Psi_h(U_0) \leq \Psi(U_0)$$

$$\Psi_h(U_0, T) \leq \Psi(U_0, T) \leq \Psi(U_0)$$

앞에서 설명한 식(6)의 일반식으로 파산이론을 설명하는 데에는 실제에 있어서 관계점이 있으므로 다음 내용이 고려되어야 한다.

(i) 파산이론 보다 많은 인수율(예를 들자면 경비와 투자) 사용하여 식(6)을 일반화시키는 방법

(ii) 준비금 U_t 의 조절을 그 크기에 의존하는 방법

만약 U_t 가 매우 크게 되면 잉여금의 일부만 더하거나 전혀 더하지 않는다.

반면 적게되면 추가자본이 적립되어야 할 것이다.

- (iii) 식 (6)에서 살펴 본 바와 같이 총손해액의 특수한 분포(또는 모든 종류의 분포의 경제점)에 관하여 분석적이거나 근사적인 해를 찾는 방법

지금까지 설명한 파산이론을 이용하여 지불능력 측정에 필요한 최소담보잉여금 책정방법을 알아보자.

1962년 Pentikäinen은 총손해액이 복합 포아송 분포를 따르고 근사치를 사용한다는 가정하에 준비금(담보잉여금)의 한계값을 유도해 내었다.

총손해액은 복합포아송 분포로 가정하였으므로 다음 식을 얻을 수 있다.

$$1 + a_1(1 + \eta)R \\ = \int e^{Rz} dF_z(z) = 1 + a_1R + \frac{a_2R^2}{2!} + \dots$$

또한 부등식

$a_1(KM)^{j-1} \leq a_j \leq a_2 M^{j-2}$ ($j > 1$) 을 사용하면(단, M 은 손해액의 최대값(예를 들면 재보험 때문에)이다.)

$$K = \frac{a_2}{a_1 M} \leq 1 \text{ 을 얻는다.}$$

Pentikäinen은 최소담보잉여금(U)에 대하여 다음 공식을 제시하고 있다.

$$\frac{K \log(1/\epsilon)M}{2\eta} < U < \frac{\log(1/\epsilon)M}{1.75\eta}$$

여기서 $\epsilon = e$ 를 채택하는 것은 ϵ 을 높게 추정할 것을 의미한다. 그러므로 위 식의 좌변은 U 의 담보잉여금의 하한일 필요는 없다.

IV. 맺 음 말

보험사업에 있어서 지불능력이 중요한 만큼 이의 측정에 기초가 되는 최소담보잉여금 책정의 수리적 기법 연구는 아무리 강조해도 지나치지 않을 것이다.

이는 최소담보잉여금의 책정규모에 따라 보험이해 관계자에게 미치는 영향이 크기 때문이다. 만약 최소담보잉여금을 과도하게 책정하게 되면, 보험계약자는 배당금을 충분히 받지 못하게 되고 보험료도 계속 과도하게 부담하는 결과를 초래하게 된다. 한편, 보험회사는 높은 보험료를 유지하면서 경영해야 하므로 사업의 경쟁력이 취약해지고 주주배당도 정당한 수준만큼 할 수 없게 된다.

반면에 최소담보잉여금을 과소하게 책정하게 되면, 보험회사는 과도한 주주배당이나 세금지급등 사외유출이 많아 결국 지불능력이 취약해지므로 보험계약자들은 보험금 회수에 대한 불안감을 갖게 된다.

더욱이 오늘날 보험환경은 보험개방 및 UR대비 등으로 많은 변화가 예상되는 바, 이에 대응하기 위하여는 적정 지불능력 확보문제는 그 어느 때보다 연구가 요청되는 시점으로 사료된다.

따라서 본고에서 소개된 최소담보잉여금 책정의 수리적 기법이 참고되어 우리나라 실정에 맞는 합리적인 최소담보잉여금 책정이 지속적으로 이루어지기를 바란다.

參 考 文 獻

- 이 명 주, 손해보험수학, 경문사, 1989.
이 경 룡 등, 생명보험정책방향 연구, 한국보험학

-
- 회. 1990. pp.124~145.
- 김 주 동 역, 손해보험론, 보험연수원, 1990, pp. 212~231.
- Asmussen, S. [1984] : Approximations for the probability of ruin within finite time ; SAJ, pp. 31~57.
- Beard, R.E., T. Pentikäinen and E. Pesonen [1977] : Risk theory, the stochastic basis of insurance ; 2nd edition, Chapman and Hall, London
- Beard, R.E., T. Pentikäinen and E. Pesonen [1984] : Risk theory, the stochastic basis of insurance ; 3rd edition, Chapman and Hall, London
- Beekman, J.A. [1974] : A new collective risk model ; TSA, pp.573 ~ 589 ; Discussion : pp.591~597.
- Bohman, H. [1982] : The requirement for solidity and equitable rating and their role in the planning process ; Geneva Association : Etudes et Dossiers, no 60, pp.63~78 ;
- Comments : J. Peltola, pp.79~80.
- Buoro, G., G. Pavesi and G. Zucchiatti [1980] : Observations on the method of calculation of the solvency margin ; TICA(21), in Italian ; reprinted in English in l'Argus International, 1981, no 22. pp.65~71.
- Campagne, C. [1959] : Enige vraagstukken met betrekking tot het solvabiliteitsvraagstuk in het schadeverzekeringsbedrijf ; VA, pp. 4~30.
- Campagne, C. [1961] : Standard minimum de solvabilité, applicable aux entreprises d'assurances ; Report of the OECE, March ; reprinted in : VA, 1971~4.
- Pentikäinen, T. [1984] : Aspects on the solvency of insurers : TICA(22), vol. 3, pp.61~73.
- Pentikäinen, T. [1985] : On the solvency of insurers ; Contribution to the discussion to be held at the GISG Seminar in Cheltenham, 24~25 October.