

연구논문

벤치마킹 기법을 활용한 월별 건설지표 작성*

A Study on Compilation of Monthly Benchmarked Construction Indicators

민경삼**

Min, Kyung Sam

건설경기의 순환적 현상을 분석하기 위해서는 연간조사 통계자료의 속성까지 포함된 월별 벤치마킹 건설지표를 사용하는 것이 바람직할 것이다. 왜냐하면 벤치마킹된 지표는 정확성, 일치성, 비교성, 완전성 등의 측면에서 통계품질이 향상된 것으로 기대되기 때문이다. 이 논문에서는 보다 정확한 것으로 간주되는 연간 단위의 통계자료와 단기변동 특성을 보유한 월간 속보지표를 활용하여 월별 건설지표를 추정하는 벤치마킹 방법들을 연구하였다. 벤치마킹이란 연간통계와 월간통계의 일치성을 보장하면서 두 통계의 단기적 및 순환적 현상과 장기추세를 모두 보유하도록 월간통계를 조정하는 방법이다. 벤치마킹 기법으로는 수치조정 접근방법인 비례배분법, 비례토탈법, BFL BI 비율법, HP-filter BI 비율법과 모형기반 접근방법인 Chow & Lin 방법, Fernández 방법을 고려하였다. 또한 실제 통계자료를 가지고 벤치마킹된 건설지표를 추정하였으며, 이러한 벤치마킹 방법들을 실증적으로 비교·평가하였다. 계절적 변동 및 불규칙 변동이 심한 건설지표의 경우에 모형기반 접근방법보다는 수치조정 접근방법이 보다 우수한 것으로 평가되었다. 수치조정 접근방법으로는 가장 널리 쓰이고 있는 비례토탈법이 무난하지만, 연간통계의 조사오차 또는 측정오차를 감안하면 HP-filter BI 비율법도 고려해 볼 수 있을 것이다.

주제어: 벤치마킹, 건설지표, BI 비율, 단층현상

It is desirable to use a monthly benchmarked construction indicator which contains the characteristics of statistical data in an annual survey in order to analyze the cyclical phenomenon of the construction activity. The benchmarked indicator is expected to improve the data quality in terms of accuracy, consistency, comparability, and completeness. In this paper, benchmarking methodologies of compiling monthly construction indicators are researched by using a monthly prompt data holding short-term fluctuations and an annual survey data regarded as more accurate statistics than monthly data. The benchmarking is the

* 유익한 논평을 해 주신 이기성 교수님과 익명의 세 심사자들에게 감사드린다. 그리고 집필에 도움을 준 경제통계국 이해정 주무관에게도 감사를 드린다. 본 연구에 남아 있을 수 있는 오류는 저자의 몫임을 밝힌다. 본 논문의 초고는 한국조사연구학회 2008년 춘계학술대회(6.13)에서 발표된 바 있다.

** 통계청 지역경제통계과장 민경삼.

E-mail: ksmin@nso.go.kr

methodology by which a high frequency data should be adjusted in order to hold the short - term and cyclical phenomena, and the long - term trend of two data groups with ensuring the consistency of an annual summation between a high frequency data and a low frequency data. This paper considered the numerical approach like pro rata distribution method, proportional Denton method, BFL or HP filter Benchmark - to - Indicator ratio method, and the model - based approach such as Chow and Lin method, Fernández method. Also, the benchmarked construction indicators were estimated by early mentioned benchmarking methods with practical data, and these methods were empirically reviewed and compared. In case of construction indicators with severe seasonal fluctuations and irregulars, the numerical approach seemed to be performed more correctly than the model - based approach. Among numerical methods, the proportional Denton method used in general was a little nice. The HP filter Benchmark - to - Indicator ratio method may be considered with survey errors or measurement errors in an annual survey data.

Key words : benchmarking, construction indicator, benchmark-to-indicator ratio, step problem

I . 서론

우리 경제는 1970년대부터 약 30년 동안 압축성장을 하면서 평균적으로 50개월 내외 주기의 성장순환을 보여 왔다. 건설경기도 이와 유사한 패턴을 지녔을 가능성이 높다. 그러나 관측빈도가 낮은(low-frequency) 1년 주기의 통계자료만으로는 한 순환주기에 4~5개의 관찰치만 대응하기 때문에 순환적인 속성을 도출하기도 평가하기도 어렵다. 따라서 건설경기의 순환적 현상을 분석하기 위해서는 관측빈도가 높은(high-frequency) -예를 들어 월별로 작성된- 경제시계열이 필요하다.

우리나라의 건설관련 통계를 살펴보면, 관측빈도가 높은 통계로는 월간으로 조사하여 작성하는 건설수주지표 및 건설기성지표가 있다. 그리고 관측빈도가 낮은 통계로는 매년 조사하여 작성하는 건설업통계가 있으며, 이 통계에는 연간 실적인 건설기성액과 건설수주액 자료가 중요한 조사항목으로 포함되어 있다. 따라서 건설공사와 건설수주 실적에 대해서는 월간통계와 연간통계가 모두 이용이 가능하다. 그런데 건설경기의 순환적 특성을 분석하는 데는 기존의 월간 건설지표보다는 연간 통계자료의 속성이 포함되도록 별도로 추정된 월별 벤치마킹 건설지표를 사용하는 것이 바람직할 것이다. 왜냐하면 월별 벤치마킹 건설지표는 정확성, 대표도, 일치성·비교성, 완전성 등의 측면에서 통계품질이 향상된 것으로

로 기대되기 때문이다. 이에 대한 근거로 다음과 같은 사실을 제시할 수 있다.

첫째, 기존의 월간 건설지표는 대표도(coverage)가 낮다. 즉 월간 건설지표는 규모가 큰 상위 건설업체를 표본으로 선정¹⁾하여 조사하는 표본통계이기 때문에 의도적으로 절사된 중하위 건설업체의 수주와 공사 실적이 반영되지 않을 것이다. 따라서 월간 건설지표는 통계의 정확성이 낮을 수밖에 없는 한계를 가지고 있다. 반면, 연간 건설통계는 모든 건설업체를 조사하는 전수조사 통계이기 때문에 통계의 정확성이 높은 것으로 간주된다. 그러므로 연간 건설통계를 바탕으로 기존의 건설지표를 수정·보완함으로써 통계의 정확성을 제고시킬 필요가 있으며, 이렇게 정확성이 제고된 지표를 이용하여야 진정한 건설경기의 특성을 분석할 수 있을 것이다.

둘째, 조사대상 표본으로 규모가 큰 상위 기업체가 선정되기 때문에 표본 기업체의 산업집중도에 따라 대표도가 상승하거나 하락할 것이다. 즉 사후적으로 측정된 조사표본의 대표도가 일정하지 않을 수 있다. 따라서 표본이론에 의거하여 모집단을 추정하지 않는 한, 기존의 월간 건설지표에는 표본 기업체의 대표도 등락에 의한 변동도 포함되어 있을 것이다²⁾. 따라서 연간 건설통계를 바탕으로 기존의 월간 건설지표를 조정함으로써 이러한 대표도 등락에 의한 변동을 제거할 필요가 있다.

셋째, 기존의 월간 건설수주지표와 건설기성지표는 각각 1976년 1월 및 1997년 7월 자료부터 이용이 가능하다. 특히 건설경기의 순환적 특성 분석에 가장 중요한 지표인 건설기성지표는 최근에는 개발되어 약 10년 간의 시계열만 축적되어 있다. 따라서 지난 30년 간의 순환적 특성을 분석하기 위해서는 건설수주지표와 함께 이용이 가능하도록 최소한 1976년까지 월별 건설기성지표를 소급·작성할 필요가 있다. 건설용중간재 출하자료와 같이 건설기성과 관련한 자료를 활용하면 1975년까지 건설기성지표의 소급·추정이 가능할 것이다. 또한 이렇게 추정된 자료는 정확성이 낮을 가능성이 크므로 벤치마킹 기법을 적용하여 연간 건설통계를 바탕으로 이러한 추정치를 다시 조정함으로써 이용할 통계자료의 품질을 제고시킬 필요가 있다.

이 연구의 목적은 보다 정확한 것으로 간주되는 연간 단위의 통계와 단기적 변동 특성을 보유한 월 단위의 단기지표를 활용하여 건설경기의 순환적 현상분석에 이용이 가능한 월별

1) 일반건설업 등록업체 가운데 전전년 「건설업통계조사」 결과의 기성액 순위와 건설기성총액을 기준으로 건설수주의 경우에는 대표도가 54% 수준, 건설기성의 경우에는 대표도가 50% 수준이 되도록 하는 상위 기업체를 표본으로 선정한다.

2) 건설수주의 경우, 1980년대 중반까지 월간 건설수주의 연간 합이 연간 건설업통계의 20% 내외 수준이었으나, 그 이후 50% 내외 수준으로까지 증가하였다.

건설지표의 추정방법을 검토하고 평가하는 것이다. 이러한 추정에는 연간통계와 월간통계의 일치성을 보장하면서 두 통계의 단기적 및 순환적 현상과 장기 추세를 모두 포함하도록 설계된 벤치마킹 기법을 통상적으로 이용한다. 따라서 이 연구에서는 여러 가지 벤치마킹 기법을 검토할 것이며, 실제 통계자료를 가지고 이러한 벤치마킹 기법들을 실증적으로 비교하고 평가할 것이다.

이 연구의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 연구에 적용할 벤치마킹 기법을 수치조정 접근방법과 모형기반 접근방법으로 나누어 설명할 것이다. 3장에서는 실제 관측빈도가 높은 건설지표 통계자료 현황을 살펴보고, 누락된 과거의 시계열에 대해서는 회귀식을 이용해 보완할 것이다. 4장에서는 벤치마킹된 월별 건설지표 작성 결과를 살펴보고 벤치마킹 기법들을 비교·평가할 것이며, 5장에서는 연구 결과를 정리하고 향후 연구 과제를 제시할 것이다.

II. 벤치마킹 방법

1. 벤치마킹 접근방법

벤치마킹(benchmarking)이란 한 경제현상에 대해 관측빈도가 다른 통계자료가 제공되고 있지만, 이들의 자료가 일관성을 유지하지 못할 경우³⁾에 관측값들을 일치시켜 일관성을 유지하도록 조정하는 과정을 말한다. 통상적으로는 관측빈도가 낮은 시계열자료는 다소 늦게 제공되지만 포괄범위와 신뢰성 등에서 우월한 것으로 판단되기 때문에 관측빈도가 낮은 시계열을 바탕으로 관측빈도가 높은 시계열을 사후적으로 수정·보완한다.

벤치마킹 기법은 Bassi(1958)가 처음으로 제안하였다. Denton(1971)과 Chow & Lin(1971)은 이 기법의 단점을 보완하면서 각각 수치조정 접근방법과 모형기반 접근방법으로 발전시켰다. 수치조정 접근방법은 관측빈도가 낮은 시계열에 전적으로 의존하여 관측빈도가 높은 시계열을 생성하거나 또는 실제 두 시계열의 차이만큼 조정하는 방법이다. 모형기반 접근방법(model-based approach)은 통계적 최적화 과정(statistical minimization process)을 통해 관측빈도가 높은 시계열을 추정하는 방법이다. 최근까지 이 두 접근방법들을 더욱 발전시킨 수많은 벤치마킹 기법들이 제시되었다. IMF(2001)는 분기별 국민

3) 예를 들어 월간 조사자료의 합과 연간 조사자료는 대부분 일치하지 않는다. 왜냐하면 월간 조사는 속보통계를 작성할 목적으로 작은 표본규모를 대상으로 자료를 수집하는 반면, 연간 조사는 정확한 통계를 작성할 목적으로 전수(모집단) 또는 보다 큰 표본규모를 대상으로 자료를 수집하기 때문이다.

계정 추계 매뉴얼⁴⁾에서 벤치마킹 기법의 적용을 권고하고 있는데, 수치조정 접근방법인 Denton(1971) 방법을 예제와 함께 자세히 소개하고 있다. 또한 Chow & Lin(1971) 방법을 포함하여 여러 가지 모형기반 벤치마킹 기법들도 일목요연하게 정리하여 놓았다. 유럽 통계청인 EUROSTAT(2002)에서는 ECOTRIM이라는 벤치마킹 프로그램을 개발하여 이용하고 있다. 이 프로그램에는 Boot et al.(1967), Denton(1971), Fernández(1981) 등의 기법들⁵⁾이 장착되어 있다.

한편, 한국에는 벤치마킹과 관련하여 전경배(2001), 김현정(2004), 이금희(2006, 2008)의 연구성과가 있다. 전경배(2001)는 IMF가 권고하는 Denton(1971) 방법을 중심으로 벤치마킹 방법을 정리하였고, 김현정(2004)은 BSI의 월계열 생성을 위해 Denton(1971) 방법과 Chow & Lin(1971) 방법을 적용하였다. 이금희(2006, 2008)는 수치조정 방법과 모형기반 방법을 검증하였고, 월별 GDP 시계열을 생성하는 데도 벤치마킹 방법을 적용하였다.

2. 수치조정 접근방법

수치조정 접근방법 중 가장 간단한 벤치마킹 방법은 비례배분법(pro rata distribution method)이다. 이 방법은 다음과 같이 관측빈도가 높은 시계열에 관측빈도가 낮은 시계열과의 격차만큼을 두 시계열의 속성으로부터 도출된 비율대로 비례적으로 배분한다.

$$y_{k,m} = z_{k,m} \cdot (Y_m / \sum z_{k,m}) = z_{k,m} \cdot P_m \quad (1)$$

이때 적용되는 배분비율(pro rata)인 P_m 은 BI 비율(Benchmark - to - Indicator ratio)⁶⁾로 불리는데, 관찰된 두 시계열간의 관계에 의해 사전적으로 설정된다. 여기서 y 는 벤치마킹된 시계열을 의미하며, z 는 벤치마킹에 의해 조정될 관측빈도가 높은 원래의 시계열이다. m 은 벤치마킹 대상년도이고, k 는 1년 동안의 관측빈도 수를 나타낸다. 따라서 월간 자료의 경우에는 1년 간 관측빈도가 12이므로 $k=1, 2, \dots, 12$ 가 되며, 식(1)은 m 년도 월간 조사자료의 연간 합과 연간 조사자료와의 비율만큼씩 m 년도의 월간 조사자료를 조정함을

4) 부록 6.1에서는 초기 매뉴얼에서 제시한 Bassie 방법, Ginsburgh - Nasse 방법, 모형기반 접근방법인 Hilmer & Trabelsi(1987)의 ARIMA모형 기법과 Cholette & Dagum(1994)의 일반최소제곱모형 기법 등을 간략하게 소개하였다(Quarterly National Accounts Manual, Appendix 6.1, 98-108).

5) ECOTRIM에는 이것 외에도 Litterman(1983), Rossi(1982)의 기법들도 선택 옵션으로 포함되어 있다.

6) BI비율은 관측빈도가 높은 시계열자료를 관측빈도가 낮은 시계열자료 수준으로 조정해 주는 인자값으로 BI 비율 = $P_m = Y_m / \sum z_{k,m}$ 로 정의된다. 또한 사후적으로 계산되는 m 년도 k 월의 BI비율은 $\hat{p}_{m,k} = y_{k,m} / z_{k,m}$ 과 같다.

의미한다.

이러한 비례배분 벤치마킹 방법은 월간 조사자료의 단기적 움직임을 그대로 유지하면서 연간 조사자료의 장기적 움직임을 보완하는 특성을 갖는다. 그러나 시계열의 연도간 불연속성으로 인해 BI 비율의 등락이 심할 경우에는 연도마다 단층현상(step problem)이 발생하게 되는데⁷⁾, 이러한 현상은 현실적으로 단기적 동향을 이해하는 데 왜곡을 초래할 수도 있기 때문에 단층을 최소화하는 벤치마킹 기법이 요구된다.

Denton(1971)은 이러한 단층현상에 따른 왜곡을 최소화하면서 상이하게 조사된 두 시계열자료를 일치시키는 방법을 제시하였다. 예를 들어 관측빈도가 낮은 시계열은 m 개년 자료로 주어져 있고, 관측빈도가 높은 시계열은 각 년도마다 k 개의 관측치가 존재한다고 하자. 즉 전체적으로 $m \times k$ 개의 자료가 있다고 가정하자. 벤치마킹으로 조정되는 원래 시계열의 열벡터를 $z = [z_1, z_2, \dots, z_n]'$ 으로 표기하고, 벤치마킹의 기준이 되는 관측빈도가 낮은 시계열의 열벡터를 $Y = [Y_1, Y_2, \dots, Y_m]'$ 으로 표기하자. 그리고 작성하고자 하는 즉 벤치마킹된 시계열의 열벡터를 $y = [y_1, y_2, \dots, y_n]'$ 으로 표기하자⁸⁾. Denton(1971)은 벤치마킹된 시계열과 원래 시계열 간의 격차를 페널티로 간주하면서, 다음과 같이 BI 비율을 고려한 페널티 함수를 가정하였다.

$$p(y, z) = \sum \left[\Delta \left(\frac{y_t - z_t}{z_t} \right) \right]^2 = \sum \left[\Delta \left(\frac{y_t}{z_t} \right) \right]^2 = \sum [\Delta(p_t)]^2 \quad (2)$$

이제 두 시계열자료를 일치시키는 제약조건 하에서 이 페널티를 최소화하는 y 값을 얻기 위해 다음과 같은 라그랑주(Lagrangian) 함수를 고려할 수 있다.

$$\min L = (y - z)' Z^{-1} A Z^{-1} (y - z) - 2\lambda'(Y - B'y) \quad (3)$$

$$\lambda = [\lambda_1 \lambda_2 \dots \lambda_m]', \quad B = \begin{bmatrix} j & o & \dots & o \\ o & j & \dots & o \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ o & o & \dots & j \end{bmatrix}, \quad j = [1 \ 1 \ \dots \ 1]', \quad o = [0 \ 0 \ \dots \ 0]'$$

7) 예를 들어 매년 1월의 전월비는 벤치마킹된 시계열과 기존의 월간 조사자료의 경우에 일치하지 않으며, BI 비율의 변동폭이 클수록 불일치도 크게 된다. 또한 전년동월비는 벤치마킹된 시계열과 기존의 월간 조사자료 간에 매년마다 일정한 폭의 격차가 발생한다.

8) 이 연구에서는 뒤에서 서술하는 Chow & Lin(1971)의 표현과 일치시키기 위해 Denton(1971)에서의 벤치마킹된 시계열의 표기(notation)를 x 에서 y 로 바꾸었다.

$$A = D'D, D = \begin{bmatrix} 1 & 0 & \cdots & 0 \\ -1 & 1 & \cdots & 0 \\ 0 & -1 & \cdots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & \cdots & -1 & 1 \end{bmatrix}, Z = \begin{bmatrix} z_1 & 0 & \cdots & 0 \\ 0 & z_2 & \cdots & 0 \\ 0 & 0 & \cdots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \cdots & z_n \end{bmatrix}$$

여기서 λ 는 $m \times 1$ 인 열벡터이고, j 와 o 는 각각 $k \times 1$ 인 identity 열벡터 및 null 벡터이며, B 는 관측빈도가 높은 시계열을 관측빈도가 낮은 시계열로 변환하는 $n \times m$ 행렬이다. 또한 A 는 페널티 함수의 특성을 규정하는 $n \times n$ 행렬인데, $A = D'D$ 로 표현된다. D 는 1차 차분을 만들어주는 $n \times n$ 의 행렬이다. 이제 최소화 조건식 (3)을 y 와 λ 로 미분하여 0으로 놓고 해를 구하면, 벤치마킹된 시계열 y 에 대한 해는 $y = z + ZA^{-1}ZB(B'ZA^{-1}ZB)^{-1}r$ 로 얻어질 것이다. 이때 r 는 $r = Y - B'z$ 로 두 시계열의 격차를 의미한다.

이와 같은 방법으로 벤치마킹된 시계열과 원래 시계열의 비율의 차이 즉 인접한 BI 비율 간의 차이를 최소화하면서 벤치마킹하는 방법을 비례덴톤법(Proportional Denton Method)이라고 한다. 비례덴톤법의 핵심은 BI 비율을 연도 내에 적용하되 단층현상이 발생하지 않도록 식(1)에서와 같이 연도가 변경될 때마다 불연속적으로 다르게 적용되는 엄격한 비례 배분 비율을 조정한다는 점이다. 한편 이렇게 BI비율의 불연속성을 완화하는 방법으로는 비례덴톤법 이외에 보간법과 추세접근법을 활용할 수도 있다. 전자의 경우는 Boot et al.(1967)이 제시한 것이고, 후자의 경우는 Hodrick - Prescott 필터를 적용하는 기법이다.

우선, Boot et al.(1967)의 벤치마킹 방법은 시계열정보가 없는 상태에서 관측빈도가 낮은 시계열 자료만 가지고 관측빈도가 높은 시계열을 생성할 때 주로 활용된다. 이는 벤치마킹된 시계열의 1차 차분 제곱합이 최소가 되도록 관측빈도가 낮은 시계열을 배분하는 수리적 기법이다. 이 연구에서 제시한 것은 이러한 방법을 불연속적인 연간 BI 비율에 적용하여 관측빈도가 높은 연속적인 월별 BI 비율을 먼저 추정한 후, 추정된 월별 BI 비율을 식 (1)에 적용하여 벤치마킹된 시계열 y 를 얻는 방법이다. 이를 'BFL BI비율법'이라고 부르자. 물론, 이때 제약은 연도 내 BI 비율의 평균이 각 연도의 BI비율이라는 조건이며, 이는 다음과 같이 인접한 BI 비율의 차이를 최소화하는 것을 의미한다⁹⁾.

$$\min \sum (\Delta p_t)^2 \quad \text{s.t. } P_m = (\sum p_{k,m})/k \tag{4}$$

9) $\Delta p_t = p_t - p_{t-1} = \frac{y_t}{z_t} - \frac{y_{t-1}}{z_{t-1}} = \frac{y_t - z_t}{z_t} - \frac{y_{t-1} - z_{t-1}}{z_{t-1}} = \Delta \left[\frac{y_t - z_t}{z_t} \right]$ 이므로 식(4)는 식(2)와 같은 형태이다. 따라서 비례덴톤법과 BFL BI 비율법은 유사하다. 그러나 제약조건이 다르기 때문에 벤치마킹된 시계열의 연간 합은 관측빈도가 낮은 시계열과 일치하지 않는다.

다음으로, Hodrick - Prescott 필터는 일반적으로 관측빈도가 높은 시계열에서 평활화된 장기적인 추세치를 얻기 위해 사용하지만 이러한 불연속적인 BI 비율을 평활화시키는 데도 활용할 수 있다. 먼저 비례배분법에서 이용하는 사전적인 월별 BI비율을 \hat{p}_t 이라고 가정하자. 이때 BI 비율 시계열은 각 연도마다 $\hat{p}_{k,m} = P_m$, $k=1, 2, \dots, 12$ 가 되도록 정의한다. 이제 다음 식과 같이 이 BI비율 시계열에 Hodrick - Prescott 필터를 적용하면 사전적인 월별 BI 비율로부터 벗어난 정도를 최소로 하면서도 연속적이고 평활화된 새로운 월별 BI 비율인 p_t 를 얻을 수 있다.

$$\min \sum (\hat{p}_t - p_t)^2 + \lambda \sum ((p_{t+1} - p_t) - (p_t - p_{t-1}))^2 \quad (5)$$

이 새로운 평활화된 BI 비율을 식(1)에 적용하면 벤치마킹된 시계열 y 를 얻을 수 있다. 이를 'HP-filter BI 비율법'이라고 부르자. 식(5)에서 λ 는 평활성의 정도를 통제하는 페널티 모수이다. λ 값을 크게 할수록 평활 정도가 큰 p_t 를 얻을 수 있는데, 연간 시계열의 경우에는 통상적으로 $\lambda=100$ 을 적용한다.

3. 모형기반 접근방법

모형기반 접근방법은 관측빈도가 높은 시계열을 설명변수로 설정하여 회귀식을 구축한 후 이를 기반으로 벤치마킹된 시계열을 추출하는 방법인데, 이 연구에서는 Chow & Lin (1971) 방법과 Fernández(1981) 방법을 살펴본다. 우선 벤치마킹된 시계열을 기존의 관측빈도가 높은 시계열로 추정하는 회귀식을 다음과 같이 상정하자.

$$y = z\beta + u \quad \text{s.t. } Y = B'y \quad (6)$$

여기서 $Y = B'y$ 는 벤치마킹된 시계열 y 와 관측빈도가 낮은 시계열 Y 를 일치시키도록 하는 제약조건이다. 물론 B 는 앞에서 정의한 대로 관측빈도가 높은 시계열을 관측빈도가 낮은 시계열로 변환하는 $n \times m$ 행렬이다. 그리고 u 는 z 와 독립이며, 평균이 0이고 공분산 행렬이 v 인 오차항이다.

식(6)의 회귀식에 B' 을 곱하면 다음과 같이 관측빈도가 높은 시계열(X)에 의해 관측빈도가 낮은 시계열(Y)을 추정하는 회귀식으로 전환된다.

$$B'y = B'z\beta + B'u \Rightarrow Y = X\beta + U \quad (7)$$

여기서 U 는 $V=B'vB$ 인 공분산 행렬을 갖는다. 따라서 β 의 추정치는, 관측빈도가 낮은 시계열 자료를 기준으로 하여서 식(7)에 일반화 최소제곱법을 적용해 보면, $\hat{\beta}=(X'V^{-1}X)^{-1}X'V^{-1}Y$ 로 얻을 수 있다.

이때 추정량 $\hat{\beta}$ 은 Gauss-Markov 정리에 따라 β 의 최량선형불편 추정량(BLUE)이 된다. 이는 주어진 제약조건 하에서 식(6)에서의 오차 제곱인 $u'u$ 를 다음과 같이 최소화 하는 것과 같다.

$$\min (y-z\beta)'v^{-1}(y-z\beta) \quad s.t. \quad Y=B'y \tag{8}$$

이제 추정된 $\hat{\beta}$ 을 이용하면, 벤치마킹된 관측빈도가 높은 시계열 \hat{y} 은 다음과 같은 식에 의해 추정이 가능하다.

$$\hat{y}=z\hat{\beta}+\Sigma\hat{U} \tag{9}$$

$$\Sigma=vBV^{-1}, \hat{U}=Y-X\hat{\beta}$$

여기서 관측빈도가 높은 시계열 z 에 대해 단일시계열을 가정할 경우 단일시계열 벤치마킹 모형이 되며, 여러 개 시계열을 가정하면 다변량 벤치마킹 모형이 된다. 또한 모형기반 벤치마킹 기법은 오차구조에 대한 가정에 따라서 구분되기도 한다. Chow & Lin(1971) 방법은 계산의 편의성을 위해 ‘오차항이 AR(1) 과정을 따른다’고 가정하였다. 그들이 가정한 오차항은 다음과 같다.

$$u_t=au_{t-1}+\epsilon_t \tag{10}$$

$$E(\epsilon_t\epsilon_s)=\delta_{t,s}\sigma^2$$

$$E(uu')=\begin{bmatrix} 1 & a & a^2 & \dots & a^{n-1} \\ a & 1 & a & \dots & a^{n-2} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ a^{n-1} & a^{n-2} & a^{n-3} & \dots & 1 \end{bmatrix} \frac{\sigma^2}{1-a^2}$$

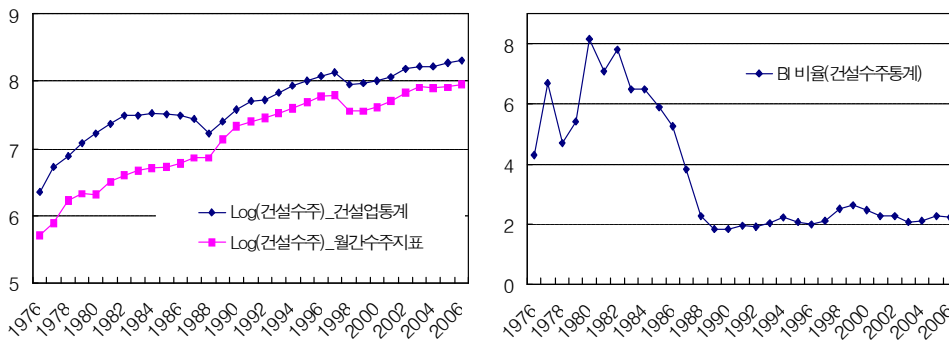
한편, Ferández(1981) 방법은 오차항이 Chow & Lin(1971)보다 더욱 강한 임의보행(random walk) 과정을 따른다고 가정하였다. 이는 식(10)의 오차항에서 $a=1$ 을 가정한 것과 같다.

Ⅲ. 월별 건설지표 통계현황

1. 건설수주통계

매월 작성되는 건설수주지표와 건설기성지표는 신속하게 공표되기 때문에 건설경기의 모니터링에 많이 활용되고 있다. 특히 건설공사는 아파트·빌딩·공장의 건축사업이나 도로·항만·댐의 토목사업과 같은 대형 프로젝트 형태로 수년 간 진행되며, ‘허가→발주(수주)→공사→준공’이라는 구분이 가능한 절차를 따르고 있다. 그러므로 현재의 건설경기 동향에 해당하는 공사실적의 움직임을 파악하기 위해서는 미래의 건설경기를 가늠해 볼 수 있는 건설공사의 허가나 수주 현황을 점검하는 것이 필요하다. 이러한 의미에서 매월 작성되는 건설수주지표가 먼저 개발되었다.

지난 30여년 동안 쌓인 건설수주 통계자료는 건설경기의 장기·단기 움직임을 분석하는데 매우 유용하게 이용되고 있다. 매월 공표되는 건설수주는 조사비용의 제약 때문에 모든 건설업체가 아니라 일부 표본 건설업체를 대상으로 조사하여 얻은 자료로 작성된다. 또한 대표도를 높이기 위해 상위 건설업체를 표본으로 선정한다¹⁰⁾. 그러나 규모가 큰 건설업체의 산업집중도가 변하면 일정한 대표도를 유지하기가 쉽지 않다. <그림1>은 연간 건설업 통계와 월간 건설수주의 연도별 추이 및 이 지표의 연간 BI 비율 추이를 나타낸 것이다.



<그림 1> 건설수주의 연도별 추이와 이 지표의 BI 비율*

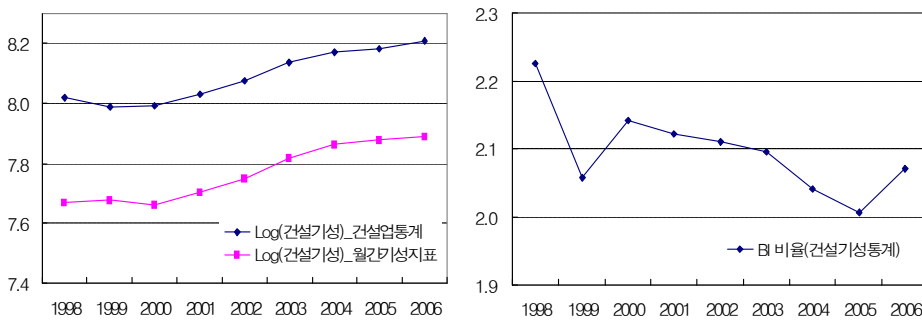
(* BI 비율 = 연간 건설수주/월간 건설수주의 연간 합)

10) 건설수주의 조사대상은 1976~1990년까지 도급한도 상위 190개 업체이었고, 1991~1994년에는 건설기성액 순위 상위 200개 업체이었다. 1995년부터는 건설기성총액의 54%에 해당하는 상위 업체를 표본 조사대상으로 선정하기 때문에 조사업체 수는 매년 다르다.

왼쪽 그림은 연간 건설수주 금액과 월간 건설수주의 연간 합을 로그값으로 전환하여 그 흐름을 살펴본 것인데, 1980년대 말까지 두 통계의 격차는 그 이후보다 상대적으로 크게 나타났다. 오른쪽 그림에서는 연간 건설수주 금액을 월간 건설수주의 연간 합으로 나눈 비율 즉 연간 BI 비율의 추이를 살펴본 것이다. BI 비율은 1987년까지 4~8 정도로 높았던 데 반해 그 이후는 2 내외를 유지하고 있으며, 1980년과 2000년 전후에는 순환적인 모습도 나타났다¹¹⁾. 이러한 순환적인 모습은 주로 표본의 대표도 변동에 기인하기 때문에 진정한 건설경기 순환을 분석하는 데 장애가 되거나 향후 건설경기 예측에 오류를 초래할 수 있다. 그러므로 연간 건설수주통계를 벤치마킹하여 기존의 월간 건설수주지표를 조정할 필요가 있다.

2. 건설기성통계

건설기성지표는 건설수주 조사의 표본 기업체를 대상으로 매월 완성된 건설공사 실적을 조사하여 작성한다. 따라서 건설수주지표가 안고 있는 대표도의 변동 문제를 동일하게 내포하고 있다¹²⁾. 다만 시계열이 1997년 7월부터만 이용할 수 있기 때문에 그 이전의 변동도 같은 모습인지를 확인할 수는 없다. <그림2>는 연간 건설기성 금액과 월간 건설기성의 연간자료 추이 및 이 지표의 연간 BI 비율 추이를 나타낸 것이다.



<그림 2> 건설기성의 연도별 추이와 이 지표의 BI 비율*

(* BI 비율 = 연간 건설기성/월간 건설기성의 연간 합)

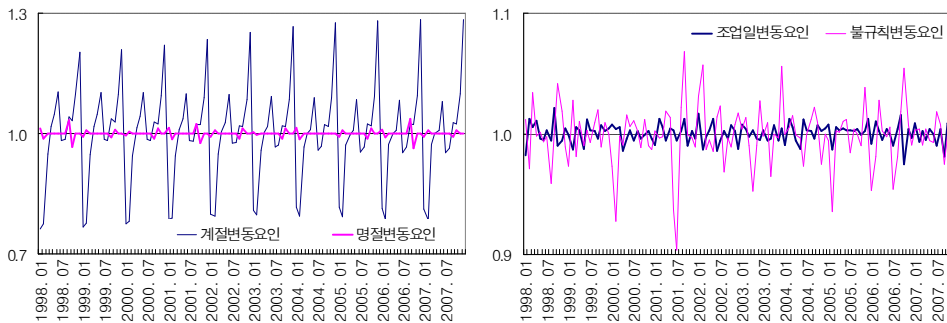
11) BI 비율의 역수는 사후적으로 측정된 월간 건설수주지표의 대표도를 의미하는데, 1980년대 중반까지 약 20% 내외의 대표도를 보였으나 그 이후에는 50%를 약간 상회하는 수준이다.

12) 건설기성조사는 1997년부터 건설기성총액의 50%에 해당하는 상위 기업체를 표본으로 선정하고 있다. 따라서 건설수주조사에서와 같이 조사대상 기업체 수는 매년 다르게 된다.

왼쪽 그림에서 알 수 있듯이 두 통계자료는 큰 변동없이 일정한 격차를 유지하고 있다. 다만 오른쪽 그림에서와 같이 최근 연간 BI 비율이 완만하게 하락하는 경향이 있다. 이는 BI 비율의 역수인 대표도가 상승하고 있다는 것을 의미하므로 월간 건설기성지표에 의한 건설경기 판단에는 호황 편향이 있을 수 있다¹³⁾. 따라서 건설경기를 판단할 때 벤치마킹을 통해 연간 건설기성통계를 바탕으로 기존의 월간 건설기성지표를 조정함으로써 이러한 편향을 배제할 필요가 있다.

3. 건설기성지표의 소급·추정

관측빈도가 높은 건설기성지표의 단점은 축적된 시계열이 짧다는 점이다. 즉 이 지표는 실제 1997년 7월부터 이용이 가능하기 때문에 그 이전에 전개된 건설경기의 순환적 현상을 분석하기 어렵다는 것이 가장 큰 애로사항이다. 따라서 이 지표를 중·장기 건설경기순환 분석에 활용하기 위해서는 관련되는 시계열을 바탕으로 1997년 이전의 과거 시계열을 소급·추정하는 것이 필요하다. 우선, 건설기성지표의 과거 시계열을 소급·추정하는 데 연간 건설기성자료를 이용할 수 있을 것이다. 그러나 우리나라 건설지표들은 계절적 변동과 불규칙 변동이 강한 특성을 갖고 있으며, 건설기성지표도 예외는 아니다. <그림3>은 1998년



<그림 3> 건설기성지표의 계절변동, 명절변동, 조업일변동, 불규칙변동 요인*

(* X12 - ARIMA 프로그램에 의해 각 변동요인을 추출하였음)

13) 월간 건설기성지표의 대표도가 상승하면 건설업종의 전체 건설기성총액이 동일할지라도 대표도 상승만큼 표본 건설업체가 증가하거나 규모의 양극화로 동일한 표본 건설업체의 건설기성 규모가 증가하게 되는데, 이러한 경우에 월간 건설기성지표도 증가하게 된다. 따라서 실제로는 건설경기가 정체 상태에 있거나 불황임에도 불구하고 월간 건설기성지표의 추이로 보면 호황이라는 잘못된 판단을 하게 되는데, 이를 '대표도 상승에 의한 호황 편향' 현상이라고 한다.

부터 2007년까지 월간 건설기성지표를 분해하여 추정¹⁴⁾한 순수 계절변동요인, 명절변동요인, 조업일변동요인, 불규칙변동요인을 보여 주고 있다.

그림에서도 알 수 있듯이 건설기성지표에는 계절변동과 불규칙변동이 매우 크다. 따라서 만일 연간 건설기성자료만으로 단순한 통계기법을 활용하여 월별 건설기성지표를 소급·추정한다면 이러한 계절적 및 불규칙 움직임이 무시될 것이기 때문에 바람직하지 않을 것이다.

건설기성지표를 소급·추정하는 다른 방법으로 ‘건설공사 실적은 투입되는 요소들에 의해 결정된다’는 생산함수 접근법을 이용할 수 있다. 이 연구에서는 이러한 생산함수 접근법을 채택하였다. 다만 이용이 가능한 자료가 제한되어 있기 때문에 ‘건설용중간재 M 과 기타 투입요소인 R 에 의해 건설공사가 진행된다’는 콥-더글러스 형태의 변형된 생산함수 $F(z; M, R) = M^\alpha R^\beta$ 를 가정하였다. 이 생산함수를 로그변환하면 다음과 같은 선형 회귀식을 설정할 수 있다.

$$\log(z_t) = \alpha \log(M_t) + \beta \log(R_t) + u_t \quad (11)$$

여기서 z_t 는 매월 완성한 건설공사 실적 즉 건설기성을 의미하고, M_t 와 R_t 는 매월 투입되는 건설용중간재와 건설용중간재 이외의 요소를 나타내며, u_t 는 교란항을 가리킨다. 실제 회귀식 추정에서는 건설용중간재의 대리변수로 월별 건설용중간재 출하지수¹⁵⁾를 사용하였으며, 중간재 이외의 기타 투입요소인 노동, 자본, 기술 등에 대해서는 건설공사 규모가 확대되면서 시간에 걸쳐 증가한다고 가정하여 추세치를 대리변수로 사용하였다.

식(11)의 모수 추정에는 BI 비율이 다소 안정적인 2000년부터 2005년까지의 월별 자료를 활용하였다. 실제로 추정할 때에는 건설공사 관행에 따른 12월의 강한 계절적 요인을 반영하기 위해 더미변수를 추가하였다. 추정된 결과는 다음과 같다.

14) 시계열 분해에는 X12 ARIMA 계절조정프로그램을 사용하였다.

15) 회귀식 추정에는 명목가격 지수가 필요한데, 이 연구에서는 건설용중간재 생산자물가지수를 이용하여 별도로 추계하였다. 그러나 생산자물가지수는 1980년부터 이용이 가능한 반면, 출하지수는 1985년부터 이용이 가능하다. 따라서 이러한 두 지표의 시계열자료 제약 때문에 다음과 같이 추계 방법을 달리 하였다. 첫째, 1985년부터 2007년까지는 건설용중간재 생산자물가지수를 이용하여 물량 변동만을 측정할 건설용중간재 내수출하지수를 명목가격지수로 변환하였다. 둘째, 1975년부터 1984년까지는 건설용중간재 중에서도 비중이 큰 3개 제품출하지수 -토사석(모래, 자갈), 나무 및 나무제품(가구 제외), 시멘트 및 석회제품- 를 각 업종의 가중치로 합성한 후, 건설용중간재 내수출하지수에 접속하여 이용하였다. 그리고 건설용중간재 생산자물가지수도 같은 방법으로 3개 제품의 물가지수를 합성한 후, 건설용중간재 생산자물가지수에 접속하여 이용하였다.

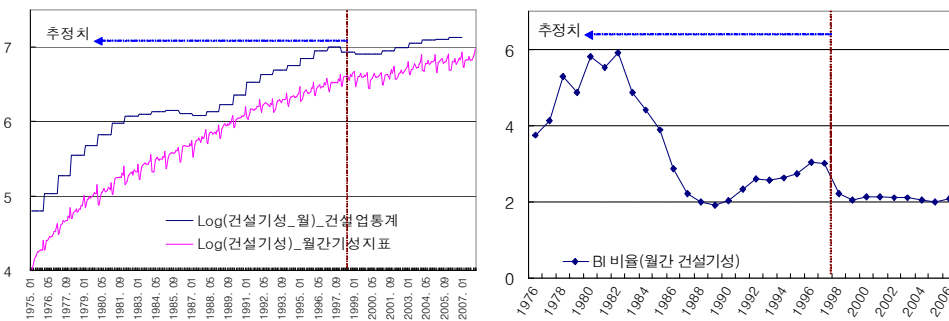
$$\log(z_t) = 0.699 \log(M_t) + 2.050 \log(T_t) + 0.240 D12_t \quad (12)$$

(19.9) (77.7) (11.7)

추정계수 아래의 t통계량으로 볼 때 설명변수들이 유의한 것으로 보이며, 더빈-왓슨 통계량 값도 1.59로 추정되어 잔차에는 자기상관 현상이 거의 없는 것으로 나타났다. 또한 수정결정계수(adj-R²)도 0.96으로 매우 높았다. 이러한 사실들을 감안하면 모형의 설명력은 매우 우수한 것으로 보인다.

이 연구에서는 식(12)에서 추정된 회귀계수를 이용하여 1975년부터 1997년까지의 건설기성지표를 소급·추정하였는데, 이 시계열은 건설용 중간재의 단기적 움직임을 통해 건설경기의 단기적 순환특성을 보유하게 된다. <그림4>는 실제 소급·추정된 월간 건설기성지표의 추이와 연도별 BI 비율 추이를 나타낸 것이다. 추정치의 연간 합과 연간 건설기성자료 간의 BI 비율 추이를 연도별로 살펴보면, 건설수주지표에서와 같이 1980년대 중반까지 4~6에서 변동하였으나 1990년대 이후에는 2 내외 수준으로 낮아졌다. 그리고 1980년 전후와 1996년 전후에는 순환적인 모습도 나타났다.

소급하여 작성된 건설기성지표는 대리변수로 추정된 시계열자료이므로 조사 자료보다는 정확성이 낮을 가능성이 높다. 게다가 단기적인 순환특성만 보유하고 있을 뿐 연간 자료에서 나타나는 장기적 순환특성은 포함되어 있지 않다. 따라서 이러한 자료 상의 한계 때문에 실제 건설경기의 순환적 변동 분석에 활용하기 위해서는 소급·추정한 자료를 포함한 30여년의 월별 건설기성지표 시계열을 연간 건설기성통계에 근거하여 벤치마킹함으로써 통계자료의 품질을 제고할 필요가 있다.



<그림 4> 추정된 건설기성지표 추이와 연도별 BI 비율*

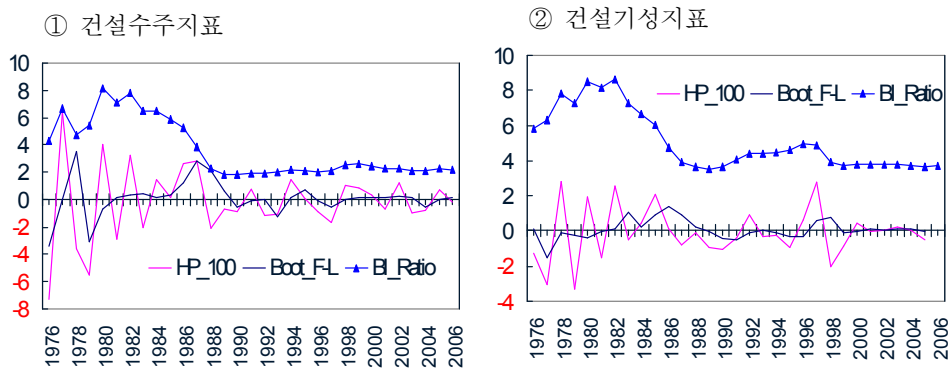
(* BI 비율 = 연간 건설기성 / 추정된 월간 건설기성의 연간 합)

IV. 벤치마킹된 건설지표의 작성 결과와 평가

1. 건설지표의 벤치마킹 방법 적용과 평가방법

이 연구에서는 건설지표(건설수주, 건설기성)를 벤치마킹하는 방법으로 수치조정 접근 방법과 모형기반 접근방법을 모두 적용하였다. 2장에서 설명한 바와 같이, 수치조정 접근 방법으로는 비례배분법, 비례토텐법, BFL BI 비율법, HP-filter BI 비율법을 고려하였으며, 모형기반 접근방법으로는 Chow & Lin 방법과 Fernández 방법을 고려하였다. 그리고 HP-filter BI 비율법은 $\lambda=100$ 을 적용하였다. 적용대상 건설지표는 월별 건설수주와 월별 건설기성 시계열자료이며, 적용대상 시계열 구간은 1976년부터 2007년까지이다. 비례토텐법에 의한 벤치마킹에는 캐나다의 BENCH 프로그램을 이용하였으며, BFL BI 비율과 HP-filter BI 비율 추정에는 각각 EU의 ECOTRIM과 EViews 프로그램을 이용하였고, Chow & Lin 방법과 Fernández 방법에 의한 벤치마킹에는 ECOTRIM 프로그램을 이용하였다.

수치조정 접근방법 중 BFL BI 비율법과 HP-filter BI 비율법은 두 시계열의 연간 자료를 일치시키는 제약조건이 부여되지 않았기 때문에 벤치마킹된 시계열의 연간 합이 벤치마킹의 기준이 되는 연간지표와 일치하지 않는다. 불일치 정도는 그 격차를 연간지표로 나눈 오차율로 측정할 수 있다. <그림5>에서는 건설수주 및 건설기성의 오차율을 연간 BI 비율의 추이와 함께 확인할 수 있다.



<그림 5> BFL 및 HP-filter BI 비율법의 연간 오차율과 BI 비율 추이

〈표 1〉 건설지표 벤치마킹 모형의 회귀식 추정 결과

지표	벤치마킹 방법	β_1	β_2	a	adj-R ²	D.W.	관찰치수
건설 수주	Chow & Lin	838,310 (3.12)	2.02 (28.2)	0.9371	0.96	1.25	31
	Fernández	55,592 (0.17)	1.80 (13.0)	1	0.85	2.17	31
건설 기성	Chow & Lin	548,130 (2.01)	2.04 (23.1)	0.9333	0.95	1.17	32
	Fernández	32,269 (0.09)	1.63 (4.26)	1	0.38	1.67	32

* ()은 추정된 계수의 t통계량을 나타냄

두 벤치마킹 기법의 오차율 변동은 모두 BI 비율의 연도별 변동이 작을수록 작아지는 경향을 보였다. 다만, BFL BI 비율법은 BI 비율이 추세적으로 상승할 때 연간 자료를 과소 배분하고 반대로 BI 비율이 추세적으로 하락할 때 과대 배분하는 경향을 보였다. 반면, HP-filter BI 비율법은 BI 비율이 전년도보다 상승할 때 연간 자료를 과소 배분하고 전년도보다 하락할 때 과대 배분하는 경향을 보였다. 만일 연간 조사자료의 비표본오차를 감안하여 이러한 벤치마킹 오차를 허용한다면, BFL BI 비율법이나 HP-filter BI 비율법은 연도별 BI 비율의 불안정한 속성을 어느 정도 완화하는 대안이 될 수 있을 것이다.

모형기반 접근방법의 경우에는 월간 건설지표의 연간 합과 연간 건설지표 자료를 이용하여 벤치마킹에 사용할 모수(parameter)를 추정하여야 한다. 〈표1〉은 각 지표에 적용한 회귀식 추정 결과를 요약한 것이다. Chow & Lin 모형의 추정된 계수 값들은 유의한 것으로 나타났고 모형의 설명력인 수정결정계수도 0.95 이상으로 높은 편이다. 다만 잔차에 자기상관 현상이 남아 있는 것으로 보인다. 반면, Fernández 모형에서는 잔차에 자기상관 현상이 거의 나타나지 않았으나 상수항의 추정계수가 거의 유의하지 않으며 모형의 설명력인 수정결정계수도 Chow & Lin 모형보다는 낮다. 특히 건설기성의 경우에 수정결정계수는 0.38로 매우 낮아 회귀식의 신뢰도가 낮은 편이다. 따라서 추정된 회귀식 자체의 신뢰도로 평가하면, 모형기반 접근방법 중에는 Chow & Lin방법이 Fernández방법보다 우수한 것으로 판단된다.

이 연구에서는 벤치마킹하여 작성한 건설수주 및 건설기성이 비례배분법 적용 시에 나타나는 단층현상을 어느 정도 완화시켜 주고 있는지 그리고 기존의 월간 건설지표가 가지고 있는 단기적인 속성을 어느 정도 반영하고 있는지 알아보기 위해 다음과 같은 두 가지 비교절차를 마련하였다.

첫째, 벤치마킹된 건설지표를 벤치마킹 대상이 되는 기존의 월간 건설지표로 나누어 사후적인 월별 BI 비율을 구하고, 벤치마킹 방법별 월별 BI 비율의 추이를 비교하였다. 비례배분법의 경우는 연간 BI 비율을 연도내 모든 월에 동일하게 적용한 것과 같으므로 매년 단층현상이 가장 현저하게 나타날 것이다. 따라서 다른 벤치마킹 방법의 사후적인 월별 BI 비율을 비례배분법의 BI 비율과 비교하면 단층현상이 어느 정도 완화되었는지 확인이 가능할 것이다.

둘째, 증감률 지표인 전월비 및 전년동월비 시계열은 계절적 변동 및 불규칙 변동, 순환적 변동 등 지표의 단기적인 변동 속성을 잘 나타낸다. 따라서 벤치마킹된 건설지표의 증감률을 기존 월간 건설지표의 증감률과 비교하면 원래의 시계열이 보유하고 있는 단기적인 속성이 벤치마킹을 통해 잘 반영되었는지 확인할 수 있을 것이다. 또한 이 연구에서는 기존 시계열의 증감률과 벤치마킹된 시계열의 증감률 간 격차를 오차로 간주할 수 있으며, 이러한 오차의 크기를 비교하기 위해 평균제곱근오차(Root Mean Square Error: RMSE)¹⁶⁾ 개념을 차용하였다. 이 오차가 작을수록 왜곡을 더욱 최소화하면서 기존 건설지표가 가지고 있는 단기적 속성을 반영하는 것으로 간주할 수 있을 것이다.

2. 벤치마킹된 건설수주 작성 결과

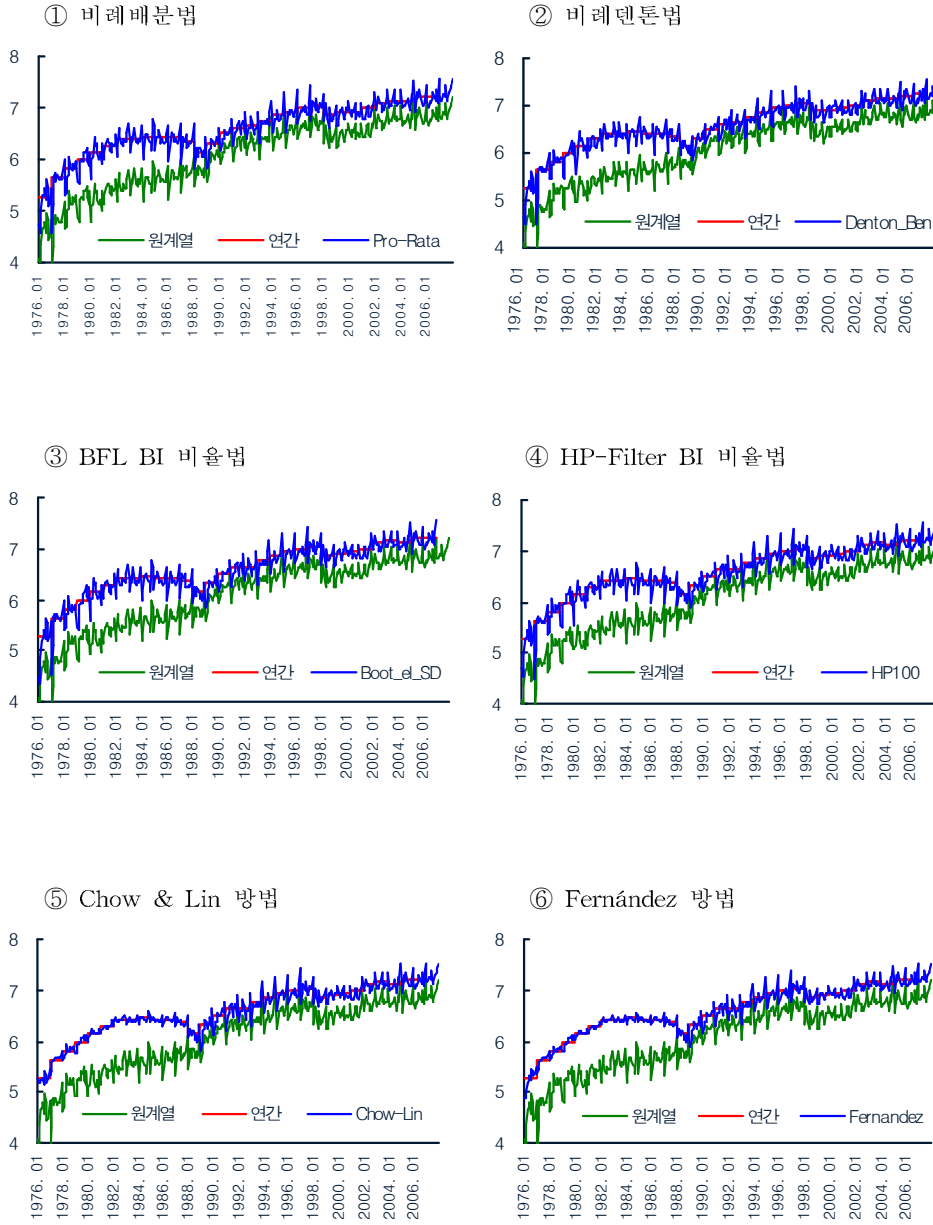
수치조정 접근방법과 모형기반 접근방법으로 벤치마킹된 건설수주는 <그림6>에 도시되어 있다. ①~④의 그림은 수치조정 접근방법으로 작성된 건설수주이며, ⑤와 ⑥은 모형기반 접근방법으로 작성된 건설수주이다. <그림7>은 각 벤치마킹 방법에 따라 작성된 건설수주 시계열들의 사후적인 월별 BI비율 추이를 나타낸 것이다.

수치조정 접근방법으로 벤치마킹된 시계열에는 기존 시계열에 존재하는 계절요인과 불규칙 요인 등의 월별 단기적인 변동 속성이 많이 반영된 반면, 모형기반 접근방법의 경우에는 이러한 단기적인 속성이 1980년대 중반까지는 거의 반영되지 않았다.

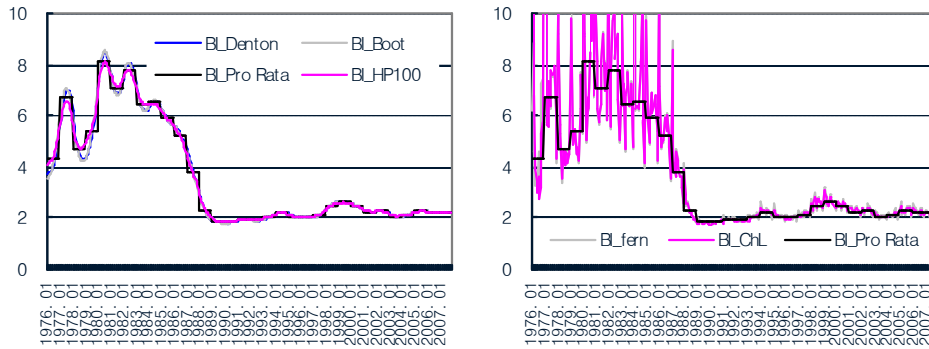
16) 증감률을 비교할 때 평균제곱근퍼센트오차(RMSPE)는 증감률이 0근처일 때 지나치게 크게 되는 단점이 있어 다음과 같은 평균제곱근오차를 평가지표로 선정하였다.

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{N} \sum (GR_b - GR_i)^2}$$

여기서 GR_b 는 벤치마킹된 시계열(benchmarked series)의 증감률이며, GR_i 는 원래의 관측빈도가 높은 시계열(indicator)의 증감률이다.



〈그림 6〉 건설수주의 벤치마킹 결과



〈그림 7〉 벤치마킹된 건설수주의 월별 BI 비율 추이

이러한 현상은 사후적으로 추정된 건설수주의 월별 BI 비율 추이에서도 잘 나타나 있다. 〈그림7〉에서 알 수 있듯이 수치조정 접근방법의 경우에 월별 BI 비율은 매우 안정적이었다. 비레덴톤법과 BFL BI 비율법의 경우에는 비레배분법에 적용한 연간 BI 비율을 평활화하는(smoothing) 패턴을 보였다. HP-filter BI 비율법은 연도별 BI 비율의 과도한 변동을 평활화하기 때문에 연간 BI 비율이 높은 시기에는 보다 낮게 그리고, 연간 BI 비율이 낮은 경우에는 반대로 보다 높게 추정되는 경향을 보였다. 모형기반 접근방법의 경우에는 월별 BI 비율이 계절 요인과 불규칙 요인에 매우 민감한 것으로 나타났다. 특히 월별 BI 비율은 동일 연도 내에서도 크게 등락하는 불안정한 모습을 보이고 있는데, 이것이 사실이라면 관측빈도가 높은 시계열의 표본 대표성이 매우 불안정하다는 것을 의미한다. 그러나 조사대상으로 표본 기업체가 선정되면 최소한 1년 동안은 변경되지 않기 때문에 BI 비율이 동일 연도 내에 크게 등락하지는 않을 것이다. 따라서 모형기반 접근방법은 계절변동과 불규칙변동과 같은 단기적인 변동이 심한 시계열에서의 벤치마킹 방법으로는 적합하지 않은 것으로 판단된다.

한편, 월별 단기적인 변동 속성의 반영 정도는 증감률 비교를 통해서도 알 수 있다. 〈표 2〉는 벤치마킹된 건설수주의 증감률에 대한 평균, 표준편차, 평균제곱근오차(RMSE)를 정리한 것이다.

〈표 2〉 건설수주 증감률에 대한 평균, 표준편차, RMSE(%)

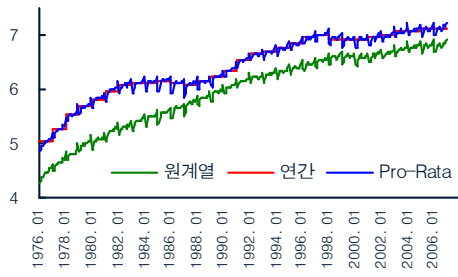
벤치마킹 방법	전월비			전년동월비		
	평균	표준편차	RMSE	평균	표준편차	RMSE
No Benchmark	14.4	53.0	-	29.2	61.5	-
Pro Rata	14.3	53.1	1.3	26.9	60.3	32.1
Pro-Denton	14.3	53.6	2.9	28.4	70.2	31.9
BFL BI	14.3	53.6	2.9	28.0	67.7	33.7
HP-filter BI	14.2	53.4	2.3	26.9	63.6	24.0
Chow & Lin	7.8	36.0	31.1	22.7	43.0	48.0
Fernández	6.7	31.8	32.4	22.8	43.8	51.0

수치조정 접근방법들의 평균과 표준편차는 벤치마킹 대상이 되는 기존 시계열과 거의 비슷한 것으로 나타났다. 그러나 모형기반 접근방법들의 평균과 표준편차는 기존 시계열보다 낮았다. 평균제곱근오차의 경우에는 수치조정 접근방법에서 대체로 낮았으나 모형기반 접근방법에서는 매우 높았다. 이는 모형기반 접근방법들의 경우에 관측빈도가 높은 시계열의 계절적인 움직임이나 불규칙적인 변동이 벤치마킹 과정에서 미흡하게 고려되었기 때문인 것으로 보인다. 수치조정 접근방법 중에는 BI 비율을 HP 필터로 추정하여 비례배분하는 HP-filter BI 비율법의 평균제곱근오차가 비례배분법 다음으로 가장 작았으며, 그 다음으로는 비례토포법의 평균제곱근오차가 작았다.

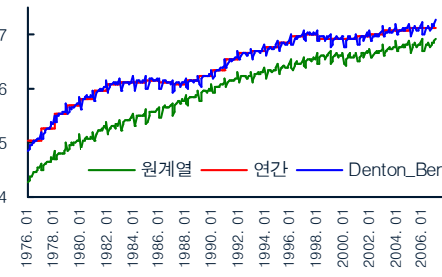
3. 벤치마킹된 건설기성 작성 결과

앞에서 건설수주에 적용하였던 6개의 벤치마킹 방법으로 건설기성도 작성하였는데, 그 결과는 〈그림8〉에 도시되어 있다. ①~④의 그림은 수치조정 접근방법으로 벤치마킹한 건설기성이며, ⑤와 ⑥은 모형기반 접근방법으로 벤치마킹한 건설기성이다. 〈그림9〉는 각 벤치마킹 방법에 따라 작성한 건설기성 시계열들의 사후적인 월별 BI 비율 추이를 나타낸 것이다.

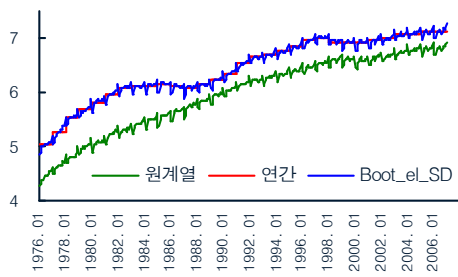
① 비례배분법



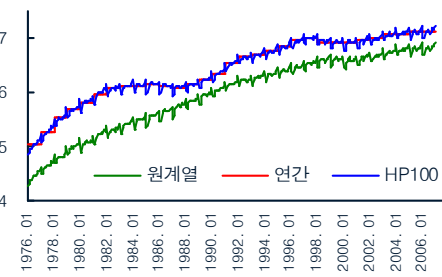
② 비례덴톤법



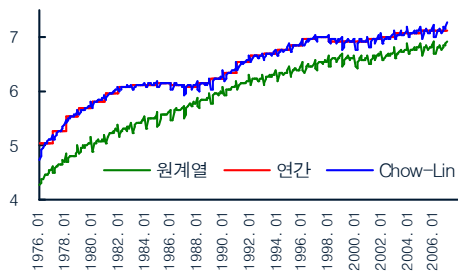
③ BFL BI 비율법



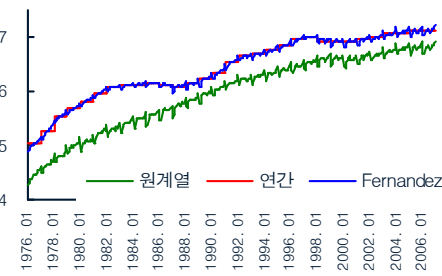
④ HP-Filter BI 비율법



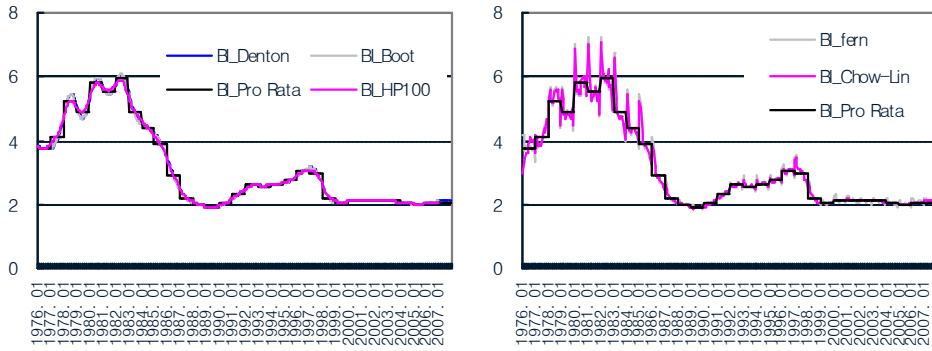
⑤ Chow & Lin 방법



⑥ Fernández 방법



〈그림 8〉 건설기성의 벤치마킹 결과



〈그림 9〉 벤치마킹된 건설기성의 월별 BI 비율 추이

〈그림6〉과 〈그림8〉을 비교해 보면, 월별 건설기성의 단기적인 변동 속성 즉 계절적 변동과 불규칙 변동은 건설수주지표보다는 작은 편이다. 그러나 벤치마킹된 결과를 살펴보면, 건설수주에서와 같이, 수치조정 접근방법의 경우에 기존 시계열에 존재하는 계절요인과 불규칙 요인 등의 월별 단기적인 변동 속성이 대부분 반영된 반면, 모형기반 접근방법의 경우에는 이러한 단기적인 변동 속성이 미흡하게 반영된 것으로 보인다. 특히 1980년대 중반까지는 ⑤와 ⑥의 그림에서와 같이, Chow & Lin 방법이나 Fernández 방법 모두 원래 시계열의 단기적인 변동 속성이 거의 반영되지 않았다.

이러한 현상은 사후적으로 추정한 건설기성의 월별 BI 비율 추이에서도 잘 나타나 있다. 〈그림9〉에서 알 수 있듯이 수치조정 접근방법의 경우에 월별 BI 비율은 매우 안정적인 반면, 모형기반 접근방법의 경우에는 월별 BI 비율이 연도 내에서도 불안정한 모습을 보이고 있다. 이는 모형기반 접근방법들의 경우에 벤치마킹 과정에서 건설기성 시계열의 단기적인 계절 변동이나 불규칙 변동의 반영이 미흡하기 때문인 것으로 보인다. 한편, 건설수주의 경우와 마찬가지로, 비레텐톤법과 BFL BI 비율법의 경우에는 비레배분법에 적용한 연간 BI 비율을 평활화하는 패턴을 보였다. HP-filter BI 비율법도 연도별 BI 비율의 과도한 변동을 평활화하는 경향을 보였다.

한편, 월간 건설기성 자료의 단기적인 변동 속성이 벤치마킹된 건설기성지표에 잘 반영되었는지 여부는 벤치마킹 전후 시계열의 증감률에 대한 통계량 비교를 통해서도 알 수 있다. 〈표3〉은 벤치마킹된 건설기성의 증감률에 대한 평균, 표준편차, 평균제곱근오차(RMSE)를 정리한 것이다.

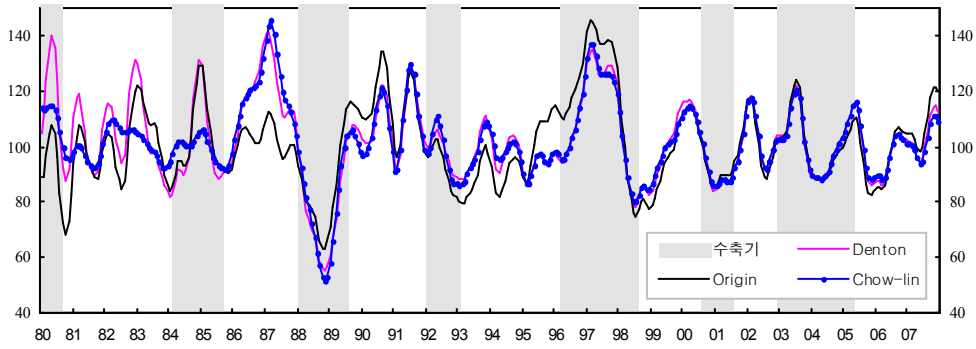
〈표 3〉 건설기성 증감률에 대한 평균, 표준편차, RMSE(%)

벤치마킹 방법	전월비			전년동월비		
	평균	표준편차	RMSE	평균	표준편차	RMSE
No Benchmark	2.9	15.4	-	22.7	18.7	-
Pro Rata	2.8	15.8	2.3	21.3	25.1	15.5
Pro-Denton	2.7	15.4	1.3	21.3	25.5	16.5
BFL BI	2.7	15.4	1.3	21.4	25.7	16.6
HP-filter BI	2.7	15.4	1.1	21.2	24.7	14.1
Chow & Lin	2.3	11.9	6.1	22.8	35.2	27.7
Fernández	1.9	9.6	7.4	21.2	25.0	16.9

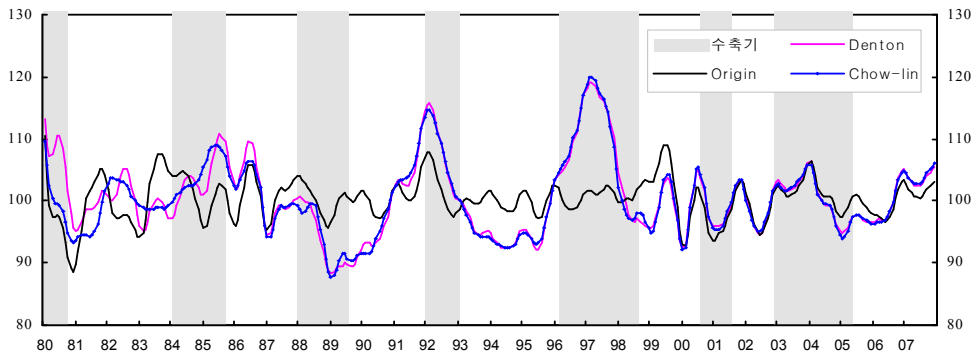
수치조정 접근방법의 경우에 평균과 표준편차는 벤치마킹 이전에 비해 큰 변화가 없는 반면, 모형기반 접근방법의 경우에는 전월비에서 평균과 표준편차가 낮아졌고 전년동월비에서는 Chow & Lin 방법으로 벤치마킹한 자료의 평균과 표준편차가 오히려 커졌다. 평균 제곱근오차는 수치조정 접근방법에서 대체로 낮았지만 모형기반 접근방법에서는 매우 높았다. 이는 수치조정 접근방법이 모형기반 접근방법보다 월간 기성자료가 갖고 있는 단기적 움직임을 더 잘 반영하고 있다는 것을 의미한다. 수치조정 접근방법 중에는 HP-filter BI 비율법의 평균제곱근오차가 가장 작았다.

4. 건설경기순환 분석에의 활용

건설경기순환 분석을 위해서는, 분석대상이 되는 월별 건설지표들로부터 단기적인 계절적 변동 및 불규칙 변동과 장기추세 변동 등을 제거하여 순수한 순환변동만을 관찰할 필요가 있다. 이 연구에서는 순환변동을 추출하기 위해 X12-ARIMA 프로그램에 의해 계절적 변동을 제거하였으며, 국면이동평균법(Phase Average Trend Method)에 의해 장기추세도 제거하였다. 그리고 순환적 특성을 살펴보기 위해 7개월 헨더슨 이동평균을 적용하여 불규칙 변동도 제거하였다. 한편, 가격변동에 좌우되지 않는 실질적인 건설경기의 순환현상이 분석대상이므로 이러한 가격변동을 제외하기 위해 순환변동을 추출하기 이전에 명목 건설지표를 생산자물가지수로 환가하여 실질 건설지표로 변환하였다. 이 연구에서는 수치조정 접근방법의 비레덴톤법과 모형기반 접근방법의 Chow & Lin 방법으로 작성된 시계열에 한정하여 건설경기의 순환현상을 살펴보았다.



〈그림 10〉 건설수주 순환변동의 추이
(음영은 통계청의 기준순환일을 기준으로 설정한 수축기임)



〈그림 11〉 건설기성 순환변동의 추이
(음영은 통계청의 기준순환일을 기준으로 설정한 수축기임)

〈그림10〉과 〈그림11〉은 이러한 방법으로 각각 추정한 건설수주와 건설기성의 순환변동을 나타낸 것이다. 그림을 통해서도 원래의 건설지표 시계열과 벤치마킹된 시계열의 순환변동을 비교할 수 있도록 세 개의 시계열 그래프를 함께 배열하였다.

건설수주의 순환변동을 살펴보면, 1987년의 호황국면은 기존의 월간지표에서는 두드러지지 않았으나 벤치마킹된 시계열에서는 잘 파악되고 있었다. 1990~1991년의 호황국면과 1993~1995년의 불황국면에서는 벤치마킹된 시계열과 기존의 건설수주지표가 다른 모습을

보여 주고 있다. 그러나 연간변동과 월간변동을 모두 반영한 벤치마킹된 시계열이 순환변동의 평가기준¹⁷⁾이라면 1991년과 1993년이 각각 건설경기의 정점과 저점이 될 것이다.

건설기성의 순환변동을 살펴보면, 기존의 월간지표에서는 2005년의 불황이 두드러지지 않았으나 벤치마킹된 시계열에서는 이러한 건설경기의 불황의 모습이 확연하게 드러났다. 또한 벤치마킹된 건설기성지표를 기준으로 지난 30년 간의 건설경기를 분석할 수 있게 되었다. 분석 결과를 요약하면 다음과 같다. 건설경기는 1980년대 중반에 호황을 지속하다 1988년 올림픽 이후 건설물량이 줄어들어 침체에 들어섰다. 1992년에는 전년도의 대량 건설수주에 힘입어 다시 호황이 이어졌으나 수주물량이 소진되면서 1994년 및 1995년에 불황을 겪었다. 그리고 외환위기 이전까지 건설경기는 다시 상승세를 유지하였다.

이러한 건설경기의 순환현상에 대한 분석은 1998년 이전까지 월별 건설기성지표가 없었기 때문에 불가능하였다. 그러나 이 연구에서는 건설용중간재 출하지수를 이용하여 1970년대까지 월간 건설기성 시계열을 소급·추정하였고, 연간 건설기성통계를 바탕으로 벤치마킹 기법에 의해 이 추정치를 다시 조정하여 사용함으로써 건설경기의 순환적인 변동 모습을 제대로 관찰할 수 있게 되었다. 이러한 측면에서 건설기성자료의 벤치마킹 작업은 매우 의미가 있을 것이다.

V. 결론

건설업 활동은 우리 경제에서 차지하는 비중이 높고 고용 흡수력도 크다. 사실 건설경기가 경기순환을 주도하는 경향을 과거 경험에서도 확인할 수 있을 정도다. 그런데 건설경기의 순환변동을 제대로 파악하기 위해서는 보다 통계품질이 향상된 그리고 관측빈도가 높은 월별 건설지표가 필요하였다. 현재 작성되고 있는 월간 건설수주와 건설기성은 대표도가 50% 내외에 불과하다. 따라서 이 연구에서는 기존 월간 통계자료의 품질을 제고함은 물론 건설경기 순환현상 분석에 이용하고자 벤치마킹 기법을 활용하여 기존의 건설지표를 조정·보완하였다. 벤치마킹의 조정·보완 과정이 보다 정확한 연간 조사통계에 근거하기 때문에 벤치마킹된 시계열은 기존의 단기적인 월별 움직임뿐만 아니라 장기적인 연간 움직임까지 포함하게 된다.

17) 벤치마킹된 건설수주지표는 포괄성이 넓다는 점, 단기 및 장기 움직임을 모두 포함하고 있다는 점 그리고, 순환변동의 진폭이 보다 두드러진다는 점 등에서 기존의 월간 건설수주보다 우수한 것으로 판단되기 때문이다.

벤치마킹 기법으로는 관측빈도가 낮은 통계를 기준으로 기존의 관측빈도가 높은 통계를 보완하는 과정에서 장기적인 움직임을 최대한 반영하고 단기적인 변동의 왜곡을 최소화하는 그런 방법을 선호하게 된다. 앞의 4장에서 6개의 벤치마킹 방법들을 비교·평가하였으며, 비레덴튼법과 Chow & Lin 방법으로 벤치마킹된 건설지표를 활용하여 건설경기의 순환현상도 살펴보았다. 연구 결과들을 정리하면 다음과 같다.

첫째, 건설지표의 벤치마킹 방법으로는 모형기반 접근방법보다는 수치조정 접근방법이 보다 우수한 것으로 판단된다. 수치조정 접근방법이 벤치마킹 과정에서 기존 월간지표의 단기적인 움직임을 더 많이 반영하는 것으로 나타났다. 둘째, 수치조정 접근방법 중에는 아무런 제약조건 없이 BI 비율을 추정하는 HP-filter BI 비율법과 BFL BI 비율법도 간편하게 활용할 수 있다. 그러나 연간 시계열 자료가 과소 배분되거나 과대 배분되는 단점이 있다. 만약 이러한 오차를 연간 시계열자료의 조사오차 또는 측정오차의 한 종류로 간주한다면 이러한 방법으로도 의미 있는 지표를 생성할 수 있을 것이다. 셋째, 모형기반 접근방법으로는 Chow & Lin 방법이 보다 우수한 것으로 보인다. 이 모형의 회귀식에서 추정된 계수들은 유의적이며 설명력도 높은 것으로 나타났다. 다만, 벤치마킹에 의해 조정이 되어야 하는 시계열의 계절적 변동 및 불규칙 변동 특성이 심할 경우에 이러한 변동 특성을 잘 반영하지 못하는 단점이 있다. 넷째, 건설경기의 순환현상을 분석하기 위해서는 기존의 월간 건설지표보다는 정확한 연간조사 자료에 근거하여 벤치마킹한 시계열자료를 이용하는 것이 바람직할 것이다. 실제 벤치마킹된 시계열자료로 건설경기의 순환현상을 분석하면 호황 및 불황을 용이하게 구별할 수 있었다.

건설지표는 대부분 건축공사 부문과 토목공사 부문으로 나누어 작성되고 있다. 건축공사와 토목공사는 공사기간뿐만 아니라 공사형태, 사용하는 중간재, 건설인력의 숙련도 등에서 차이가 날 것이다. 그렇다면 벤치마킹도 이러한 공사종류에 적합한 방법을 모색해야 한다. 또한 각 공사실적이 대표하는 정도도 상이할 것이기 때문에 적용되는 BI 비율도 다를 것이다. 따라서 건축공사와 토목공사의 합계가 기존의 월별 지표 또는 연간 조사통계가 되도록 추가적인 제약을 부여한 후 각각에 벤치마킹을 적용하는 방법도 상정할 수 있다. 따라서 이러한 방법에 해당하는 다변량 벤치마킹 연구가 필요할 것이다. 또한 모형기반 접근방법의 경우에 단기적인 계절적 변동 및 불규칙 변동 등의 특성을 잘 반영하지 못하는 한계가 있었다. 그러므로 ARIMA 모형과 같이 이러한 단기적인 변동 특성까지도 감안하는 정교한 모형의 벤치마킹 기법이 연구되어야 할 것이다.

참 고 문 헌

- 김현정. 2004. "BSI 분기 시계열의 월계열 보정방안." 《계간 국민계정》 2; p.31-50.
- 이금희. 2006. "우리나라 경제시계열의 벤치마킹." 《경제분석》 2; 107-146.
- 이금희. 2008. "벤치마킹 방법을 이용한 월별 GDP 추정." 《통계연구》 13(1); 25-47.
- 전경배. 2001. "벤치마킹을 통한 시계열자료의 보정방법 - 비레덴톤법을 중심으로." 《계간 국민계정》 2; 88-99.
- Bassi, V. L. 1958. "Appendix A." in *Economic Forecasting*, V. L. Bassi (ed.).
- Boot J. C. G., W. Feibes and J. H. C. Lisman, 1967. "Further Methods of Derivation of Quarterly Figures from Annual Data." *Applied Statistics* 16; 65-75.
- Cholette, P. A. and E. B. Dagum. 1994. "Benchmarking Time Series with Autocorrelated Survey Errors." *International Statistical Review* 62; 365-377.
- Chow, G. C., and An-Ioh Lin. 1971. "Best Linear Unbiased Interpolation, Distribution and Extrapolation of Time Series by Related Series." *Review of Economics and Statistics* 53; 372-375.
- Denton, F. T. 1971. "Adjustment of Monthly or Quarterly Series to Annual Totals: An Approach Based on Quadratic Minimization." *Journal of the American Statistical Association* 66; 99-102.
- EUROSTAT. 2002. ECOTRIM Interface (Version 1.01) User Manual by Barcellan R. and Buono D.
- Fernández R. B. 1981. "A Methodological Note on the Estimation of Time Series." *Review of Economics and Statistics* 63; 471-478.
- International Monetary Fund. 2001. "Chapter 6. Benchmarking." *Quarterly National Accounts Manual* by Adriaan M. Bloem, Robert J. Dippelsman, and Nils Ø. Mæhle, 82-118.
- Hilmer, C. H. and Trabeesi, A. 1987. "Benchmarking of Economic Time Series." *Journal of the American Statistical Association* 82; 1064-1071.
- Litterman R. B. 1983. "A Random Walk Markov Model for the Distribution of Time Series." *Journal of Business and Economic Statistics* 1; 169-173.
- Rossi N. 1982. "A Note on the Estimation of Disaggregated Time Series When the Aggregate is Known." *The Review of Economics and Statistics* 64(4).

[접수 2008/12/10, 수정 2009/2/11, 게재확정 2009/2/20]