

港灣投資의 最適時點決定模型

韓國海洋大學校 貿易學科

羅 昊 洙



港灣投資의 最適時點決定模型

나 호 수*

I. 序論

최근 우리나라의 社會間接資本投資(infrastructure investment)에 대한 관심이 매우 커지고 있다. 우리나라와 같이 급속하게 성장하는 경제에서는 초기 개발시기에는 이 社會간접자본에 대한 社會적 비용이 비교적 적을 수 있지만 경제규모가 커질수록 이로 인한 社會的 費用은 증대될 것이다. 이러한 관점에서 社會간접자본에 대한 적절한 시점의 선택은 매우 중요한 관심사라고 할 수 있다. 이러한 투자의 最適時點(optimal timing)은 社會的 費用(social cost)을 최소화하고 社會的 利益(social benefit)을 최대화되는 시점에서 결정될 것이다. 너무 이른 투자는 투자 용량(capacity)에 비해 利用度가 적어 이용으로 인한 社會적 이익에 비해 투자로 인한 社會적 비용이 커질 것이다. 그리고 역시 너무 늦게 투자가 이루어 진다면 추구해야할 社會적 수요에 충분히 대응하지 못함으로써 社會적 이익의 손실이 매우 클 것이다. 따라서 성장하는 경제에서 社會간접자본의 투자의 최적시점의 결정은 매우 중요한 관심사가 아닐 수 없다.¹⁾

특히 항만이나 터널 그리고 교량과 같은 社會간접자본투자는 초기투자비용이 매우 크기때문에 社會的 資源의 最適活用이라는 점에서도 이 투자의 최적시점의 결정은 중요한 일이다. 즉 이 社會적 간접자본의 최적시점의 결정은 세대간의 자원의 最適配分(optimal allocation)의 문제와도 밀접한 관련을 갖고 있다.

이러한 社會간접자본에 대한 투자를 시행하는 주체는 대부분 중앙정부나 지방정부이다. 그러나 최근 이러한 社會간접자본에 대한 투자를 민간기업에 의해 이루어지도록 하려는 경향이 늘어나고 있다. 이 개발방식의 두가지 방식, 즉 공공개발과 민간개발의 방식은 이 투자의 최적시점의 결정에 어떤 차이를 보일 것인가도 흥미로운 일이다.

본 논문에서는 이러한 공공개발방식과 민간개발방식의 항만개발의 최적시점결정에 대해 살펴보고자 한다.

이러한 최적시점의 결정에 대한 연구는 産業組織論에서 技術革新(technological innovation)과 특허(patent)의 최적시점의 결정에 많이 나타나고 있다. 이에대한 연구로는 Barzel(1968), Dasgupta and Stiglitz(1980), Kamien and

* 한국해양대학교 사회과학대학 무역학과 부교수.

1) 과도투자(overinvestment)나 과소투자(underinvestment)에 관한 모형은 과점모형에서 여러세대를 가정하는 모형에서 많이 나타난다. 이 모형에 대해서는 Tirole(1988) 323-328을 참조할 것.

Schwarz(1982), Reinganum (1981, 1982, 1984, 1989), Fudenberg and Tirole(1987), Szymanski(1991) 등을 들 수 있다. 본 연구는 이러한 연구들의 일종으로서 특히 시장형태가 투자의 최적시점에 미치는 결과에 관심을 두고자 한다. 2)

II. 投資方式과 投資時點

본 연구에서는 항만개발의 주체에 대해 두가지 방식의 차이를 살펴보고자 한다. 흔히 항만개발에 있어서 국가나 공공기관의 개발방식을 이용한다. 이러한 방식은 초기에 많은 고정투자가 요구되기 때문에 국가가 주도권을 갖고 개발하는 방식이다. 따라서 이러한 개발방식에도 이 개발 주체의 목적에 따라 두가지로 분류할 수 있을 것이다. 즉 이 개발 주체로서 공공기업에 獨占權을 부여하여 이윤을 극대화하는 개발방식이 그 하나이고, 다른 하나는 국가가 직접 사회전체의 이익을 극대화 하는 방식이다. 물론 현실에서는 국가의 개발에 있어서도 이윤극대화의 동기가 있을 수 있겠으나 정부는 社會厚生 극대화하는 동기를 갖고 있다고 가정할 수 있다. 물론 이 두가지 방식의 양 극단적인 경우는 드물고 보통의 경우에는 이 두가지 방식이 혼합되어 있을 것이다. 그러나 우리는 논의를 간편하게 하기 위하여 공공개발의 경우에도 개발방식에 따라 두가지의 경우를 생각하고자 한다.

위의 공공개발방식과는 다른 개발 방식은 민간기업이 개발하는 방식이다. 이는 국가가 항만개발에 있어서 완전경쟁적인 요소를 도입하고자 하는 데 중요한 목적이 있다. 3) 이러한 개발방식은 독점기업에 의한 공공개발에 비해 효율적인 개발이 이루어 질 것이라는 기대감을 갖게한다. 즉 공공개발에 비해 민간기업은 이용자들의 수요에 민감하게 대응할 뿐만 아니라 개발비용도 적게 드는 능률적인 개발이 가능할 것으로 기대한다. 이 경우에는 대개의 경우 미래의 수익이 전체적으로 양의 값만 가지면 개발하려고 하게 될 것이다.

그런데 이러한 개발방식에 따라 투자의 최적시점을 결정하는 데에는 차이가 나타나게 된다. 우리의 예상으로는 민간의 경쟁을 도입하면 독점기업에 비하여 그 개발시기가 빨라질 것이다. 왜냐하면 기업들끼리 경쟁이 치열하게되고 이에따라 이윤이 0이되는 시점에서까지 개발하려하기 때문이다. 즉 完全競爭의인 요소의 도입으로 獨占利益이 존재하는 시기보다 더 빨리 투자하게 된다는 것이다.

또한 독점개발의 공공방식에서는 사회적으로 바람직한 시점보다 더 늦게 개발될 것으로 예상된다. 왜냐하면 사회적인 요구가 있더라도 이에 둔감하게 대응하게 되고 따라서 개발자의 이익만을 고려하기때문에 사회적인 관점에서 필요한 시점보다 더 늦게 개발될 가능성이 커 보인다. 이는 독점기업의 이러한 현상은 실제 사회간접자본투자에서 자주 발생한다. 즉 예를 들어 공공주체가 항만의 개발에

2) 발명의 최적시점에 대한 서베이논문으로 Reinganum(1989)가 있다.

3) 공공투자의 민간부분적 분석과 공공부분적 분석에 대한 비교로는 Button(1982) 192-222 를 참조할 것.

있어 적체가 심하다고 사회적으로 느껴질 때 개발을 시작하는 방식은 최적시점보다 늦게 개발되는 현상을 의미한다고 볼 수 있다.

과연 우리의 모형에서 이런 결과가 나타나는지를 살펴보자.

III. 最適時點 決定模型⁴⁾

모형을 설정하기 위한 기본 가정들을 살펴보자.

우선 이 항만을 완성하는데에는 초기에 K 만큼의 비용이 든다고 하고 유지하는데에는 단위당 c 만큼 비용이 든다고 가정한다. 그리고 기업은 미래의 주어진 이윤을 극대화하고 공공단체는 사회적 후생을 극대화 한다고 하자. 그리고 할인율은 r 로 고정되어 있고 이 항만에서 얻어지는 서비스의 양을 X 라 하고 투자초기의 항만서비스의 양을 X_0 라고 하자. 그리고 이 서비스는 시간이 흐름에 따라 $g\%$ 의 율로 사용빈도가 증가 된다고 하자. 그리고 이 서비스로 얻게되는 총효용은 $U(X)$ 라 하자. 이 효용함수는 서비스 양 X 에 대해 1차동차함수라 가정한다. 그리고 기업이 이용자에게 항만 사용에 부과하는 단위당 가격을 p 라 한다. 그리고 사용자들의 수요는 매우 탄력적이라 하자. 즉 대체가 매우 쉬운 항만이 이미 다른 곳에 존재한다고 하자. 그리고 r 은 g 보다 크다고 하자.

이때 독점권을 부여받은 기업은 t 시점에 투자할 경우 다음의 값을 최대화하려 한다.

$$V_t = \int_t^{\infty} (p-c)X_0 e^{-(g-r)s} ds - K e^{-rt} \quad (1)$$

여기에서 $r > 0$, $K > (p-c) > 0$ 이라 하자.⁵⁾

V_t 을 정리하면 다음식이 얻어진다.

$$V_t = \frac{(p-c)X_0 e^{-(r-g)t}}{(r-g)} - K e^{-rt} \quad (2)$$

4) 본 논문에서는 Szymanski(1991)의 논문에서 전개된 내용을 수정하여 본 논문의 목적에 맞게 진행하고자 한다.

5) 이 식에서 이 기업의 현재의 이윤은 $pX - cX$ 이고 X 는 $g\%$ 의 율로 성장하므로 t 기의 이윤은 $(p-c)X_0 e^{gt}$ 가 되고 이를 현재가치로 환산하면 $(p-c)X_0 e^{gt} e^{-rt} = (p-c)X_0 e^{-(r-g)t}$ 가 된다.

이 식에서 t 에 대해 미분하여 0으로 놓고 이를 t 에 대해 정리하면 다음과 같다.

$$t_* = (\ln K + \ln r - \ln(px_0 - cx_0)) / g \quad (3)$$

여기에서 사회적 효용을 극대화하기 위해서는 다음을 극대화 한다.

$$V_* = \int_0^{\infty} (U(x) - cx) e^{-rs} ds - K e^{-rt} \quad (4)$$

여기에서 $U(x) - cx$ 는 소비자잉여 즉 $u(x) - px$ 와 생산자 잉여 즉 $px - cx$ 의 합이다. 이때 x 는 $g\%$ 의 증가율로 성장하고 효용함수가 1차동차이면 (4)식은 다음식으로 표현된다.

$$V_* = \int_0^{\infty} (U(x_0) - cx_0) e^{-(g-r)s} ds - K e^{-rt} \quad (5)$$

이를 정리하면 V_* 는 다음식으로 주어진다.

$$V_* = \frac{(U(x_0) - cx_0) e^{-(r-g)t}}{(r-g)} - K e^{-rt} \quad (6)$$

이 식에서 t 에 대해 미분하여 0으로 놓고 이를 t 에 대해 풀면 다음식이 얻어진다.

$$t_* = (\ln K + \ln r - \ln(U(x_0) - cx_0)) / g \quad (7)$$

우리는 식 (3)과 식 (7)을 비교하여 다음의 명제를 얻는다.

< 명제 1 > 독점기업에 의한 항만개발을 할 때 그 최적시점은 사회적으로 바

람직한 최적시점보다 길어진다.

이 명제의 증명은 아주 간단하다. 두식에서 $U(x_0)$ 가 px_0 보다 크기 때문이다. 이는 우하향하는 수요곡선에서 소비자잉여는 항상 양의 값을 갖기 때문이다.

이런 결과에서 우리는 독점기업으로 하여금 투자하도록 할 경우에는 그 투자시기가 지체된다고 할 수 있다. 이는 오늘날 각 공기업이 투자시점을 늦게 정함으로써 적체가 심화되는 현상과 일치되는 것이다. 따라서 어떤 독점기업에 항만투자의 독점권을 부여한다면 그 투자시기가 사회적으로 적합한 시기보다 늦어지는 것이다.⁵⁾

다음으로는 이 독점기업의 의 독점권에 경쟁을 도입할 경우에는 어떻게 되는지를 살펴 보자.

이 경우에는 경쟁이 심화됨에 따라 이익이 줄어드는 현상이 증가되고 최종적으로는 이윤이 0이 되는 점까지 이르게 될 것이다.

이는 식으로 보면* 식(2)의 값이 0이 되는 점에서 최적이 될 것이다.

이식을 정리하여 t 에 대하여 풀면 다음식이 될 것이다.

$$t_0 = (\ln K + \ln(r-g) - \ln(px_0 - cx_0)) / g \quad (8)$$

이 t_0 는 경쟁상태의 최적시점이다. 이 식 (8)에서 식(7)을 빼면 다음의 식이 얻어진다.

$$\begin{aligned} t_0 - t_* &= (\ln(r-g) - \ln r + \ln U(x_0) - \ln px_0) / g \\ &= (1/g) (\ln(r-g)/r - \ln(u(x_0) - px_0)) \\ &= (1/g) \ln \frac{(r-g)U(x_0)}{r p x_0} \end{aligned} \quad (9)$$

6) 이는 다른 의미로는 과소투자(underinvestment)를 의미한다.

이 식에서 $1-(g/r) < (px_0)/U(x_0)$ 이면 $t_0 < t_1$ 이다. 여기에서 다음의 명제가 성립된다.

<명제 2> 수요가 매우 탄력적이면 경쟁적인 경우의 최적시점은 사회적 후생 극대화의 최적 시점보다 짧아진다.

이에 대한 증명은 간단하다. 즉 수요가 탄력적일 때에는 $px_0/U(x_0)$ 의 값이 1에 가까운 값이 될 것이고 따라서 $1-(g/r) < px_0/U(x_0)$ 이 되고 따라서 위의 명제가 성립된다.

이 식의 의미는 창만투자가 이루어 질 때 다른 기존의 항만과 대체적이어서 수요가 상당히 탄력적일 때는 경쟁적 요소를 도입할 때 그 투자 시기가 사회적으로 최적인 시점에 비해 짧아진다는 것이다. 보다 성급하게 투자된다는 것이다.⁷⁾

우리는 위의 두 명제를 결합하면 다음의 명제가 성립된다.

<명제3> 수요가 매우 탄력적일 때 독점기업이 투자하는 경우는 사회적 최적시점보다 길어지고 경쟁을 도입하면 투자시기가 사회적 최적시점보다 짧아진다.

이러한 결과는 우리의 예상과 일치되는 것이다. 즉 사회적인 후생 즉 소비자 잉여와 생산자 잉여의 합을 최대화 할 때의 최적 투자시점이 정하여질 때 독점권을 부여하여 개발을 할 경우에는 독점기업의 개발시기는 늦춰진다는 것이고 경쟁기업에 개발을 맡기는 경우에는 투자시기가 빨라진다는 것을 의미한다. 따라서 일반적인 의미에서 독과점기업의 사회간접자본투자는 과소하기가 쉽고 경쟁적인 투자는 과다투자가 일어날 것으로 예상할 수 있다.

IV. 結論

우리는 지금까지 港灣投資와 같은 社會間接資本投資는 초기에 큰 고정비용이 들어가는 경우에 투자의 최적 시점을 결정하는 문제를 분석하여 보았다. 이 분석에서 사회적으로 가장 바람직한 시점의 결정은 사회적 후생 즉 소비자 잉여와 생산자 잉여의 합을 극대화 하는 시점을 결정하는 것이다. 그리고 독점기업이 투자하

7) 이는 앞 주에서 유추되듯이 과다투자(overinvestment)를 의미한다.

는 경우에는 그 기업이 얻는 이윤을 최대화하는 방법으로 최적시점을 결정한다. 이에 대해서 경쟁적인 요소를 도입하여 투자를 할 경우에는 이윤의 총합이 0이 되는 시점에서 최적 시점을 결정하게 된다. 이러한 세가지의 시점을 비교할 때 사회적 최적시점에 비교하여 독점하의 최적시점은 더 길어지고 경쟁적인 경우의 최적시점은 더 짧아진다는 것을 보여 주었다.

여기에서 우리는 항만 개발을 하는데 있어서 독점권을 부여하여 투자할 경우에는 그 개발의 시점이 지연될 가능성이 커지고 따라서 과소투자가 발생하고 경쟁적인 요소를 도입하여 민간의 자율적인 개발을 유도하는 경우에는 과도하게 일찍 항만투자가 이루어질 가능성 즉 과다투자가 발생할 가능성이 커진다는 것을 알 수 있다. 따라서 사회적으로 가장 적절한 시점은 이 두 가지 개발 시점의 사이에 존재하기 때문에 이 두가지의 극단적인 개발 방식보다는 이 두 방식의 절충을 통하여 경쟁적 요소와 독점적 요소가 잘 조화될 수 있도록 정부의 적절한 規制 (regulation)가 필요하다고 할 수 있다.

이 논문에서는 간단한 모형을 통하여 항만투자의 최적시점을 결정하는 문제를 살펴보았다. 이 논문의 결과는 몇가지의 중요한 가정에 의존하고 있다. 특히 항만수요가 탄력적이라는 가정이나 r 이 g 보다 크다는 가정은 강한 가정이다. 따라서 이러한 가정의 완화는 우리의 결론에 어떤 변화를 가져오는지를 살펴보는 것은 흥미로운 연구가 될 것으로 보인다. 이와 아울러 독점의 경우에도 일정기간만 수입획득의 권리를 부여하는 경우도 분석하여 보면 흥미로운 결과를 얻을 수 있을 것 같다. 이러한 연구들은 앞의로의 과제로 남겨두고자 한다.

<참고문헌>

- Atkinson, A., and J. Stiglitz (1980) Lectures on Public Economics, McGraw-Hill.
- Barzel, Y. (1968), "Optimal Timing of Innovations", Review of Economics and Statistics, 50, 348-355.
- Bos, D., (1985), "Public Sector Pricing", In Auerbach and Feldstein(eds.): Handbooks of Public Economics, Elsevier, North-holland.
- Dasgupta, P., and J. Stiglitz (1980), "Uncertainty, Industrial Structure, and The Speed of R&D" Bell Journal of Economics, 11, 1-28.
- Fudenberg, D., and J. Tirole (1987), "Understanding Rent Dissipation: On the Use of Game Theory in Industrial Organization", American Economic Review, Papers and Proceedings, 77, 176-183.
- Kamien, M. I., and N. L. Schwarz (1982), Market Structure and Innovation. Cambridge, Cambridge University Press.
- Reinganum, J. (1981), "Market Structure and the Diffusion of New Technology" Bell Journal of Economics, 12 618-624
- Reinganum, J. (1982), " Dynamic Games of R&D: Patents protection and Competitive Behavior", Econometrica, 50, 671-688.

- Reinganum, J. (1984), "Practical Implications of Game Theoretic Models of R&D " American Economic Review, 74, 61-66.
- Schapiro, C., and R. D. Willig(1990), "On the Antitrust Treatment of Production Joint Ventures", Journal of Economic Perspectives, 4, 113-130.
- Reinganum, J., (1989), "The Timing of Innovation", In Schmalensee and Willig(eds.) :Handbook of Industrial Organization, Elsevier, North-Holland.
- Szymanski, S. (1991), "The Optimal Timing of Infrastructure Investment", Journal of Transport Economics and Policy, 247-258.
- Wright, B. D. (1983), "The Economics of Invention Incentives: patents, Prizes, and Research Contracts", American Economic Review, 73, 691-707.