

TOEE 개념을 통한 건설경기동향과 화약류 생산량의 상관관계에 관한 연구

이종식¹⁾, 김용균¹⁾, 강상수²⁾, 강대우¹⁾

A Study on the Relationship between Construction Business and Explosive Production Using the Concept of TOEE

Jong-Sik Lee, Yong-kyun Kim, Sang-soo Kang and Dae-woo Kang

초 록 산업용 화약은 19세기 중엽부터 외국인에 의해서 수입된 화약류를 채광목적에 이용하기 시작한 것으로 전해 오고 있으나, 본격적으로 현대화약이 사용된 시기는 1930년대부터 국내 지하자원을 개발하면서라 할 수 있다. 1935년에는 흥남에 대규모 화학단지를 조성하였고 1940년에는 인천에 독립적인 화약공장이 세워져 국내 화약류가 본격적으로 생산되게 되었다. 그러나 1940년부터 보관된 자료는 없고 일부 존재하기는 한데 대부분 신빙성이 없는 자료들뿐이다. 화약류는 세계적으로 대부분 광업분야에 주로 이용되었다. 하지만 국내건설산업이 크게 발달하면서부터 광업분야보다 건설분야에 많이 이용되어지고 있다. 건설분야중에서도 특히 건축, 토목, 시멘트, 골재생산에 폭약사용이 증가되어 왔다고 생각되어지나 화약류 생산에 대한 1990년 이전 자료들이 거의 없거나 불명확한 자료들이었다.

본 연구에서는 폭약에 따라 차이가 발생하는 폭열을 기준으로 비교될 건설기성액에 대하여 폭약총생산량의 폭약을 폭약등가톤수(Tons of explosives energy equivalent; TOEE)로 적용하여 1990년부터 최근 11년간 화약생산량을 근거하여 2000년까지 건설경기동향과 폭약생산량의 상관관계 추이를 밝혀 국내 건설산업과 폭약생산량 증감의 경향을 연구하고자 하는데 그 목적이 있다.

핵심어: 폭약사용, 현대화약, 국내화약류, 폭약등가톤수, 폭약총생산량, 건설경기동향

1. 서 론

국내의 화약사에 관한 연구는 확립되지 않은 상태이며 언제부터 화약이 사용되었는지는 불확실하다. 현대산업사회가 본격화 되면서 화약류 사용은 급격히 증가되기 시작하였다고 볼 수 있다. 화약류는 세계적으로 대부분 광업분야에 주로 이용되었으나, 국내건설산업이 크게 발달하면서부터 광업분야보다 건설분야에 많이 이용되어지고 있다.

본 연구에서는 1990년부터 최근 약 11년간 화약 생산량을 근거하여 2000년까지 폭약에 따라 차이가 발생하는 폭열을 기준으로 비교될 건설기성액에 대하여 폭약총생산량의 폭약을 폭약등가톤수(Tons of explosives energy equivalent; TOEE)로 적용한 건설경기동향과 폭약생산량의 상관관계를

분석한 후 향후 국내 건설산업과 폭약생산량 경향을 연구하고자 하는데 그 목적이 있다.

2. 국내 폭약의 생산량

2.1 Dynamite의 생산량

국내 Dynamite 생산은 1932년에 흥남공장에서 시작되었으나 생산량에 대한 자료나 근거가 존재하지 않아 생산량을 알 수 없다. 1990년부터의 생산량을 살펴보면 (주)한화에서 27,000ton이 생산되었고 1991년에는 33,000톤으로 최고 생산량을 기록하였으나 그 이후 해마다 생산량이 감소하여 2000년에는 10,500ton으로 격감하였다. Dynamite의 연도별 생산량은 점차 감소하는 추세를 보인다.(대한화약발파공학회지 Vol 21, No. 1, pp 37, 표 4 및 그림 7 참고)

1) 동아대학교

2) 한국지질자원연구원

접수일 : 2004년 5월 15일

2.2 ANFO의 생산량

ANFO는 1962년 일본 下村 ANFO 실용화 공개 실험을 거쳐 1964년 상공부 주최 시흥광산에서 국산 ANFO 제조성능 공개실험을 수행한 후 한국화약(주)에서 1968에 ANFO를 제조시판하게 되었다. 1980년에 이르러서는 화약 연소비량의 30%를 점유하게 되었다.

연도별 생산량을 살펴보면 1990년부터 점차 증가를 하여 1997년까지 상승하지만 IMF여파에 의해 모든 산업의 침체로 1998년에 16,000ton으로 하락하였다. 1999년부터 증가하여 2000년에는 연간 최고치인 18,300ton을 나타내었다. ANFO의 생산량이 꾸준히 증가하는 경향을 나타낸다.(대한화약발파공학회지 Vol 21, No. 1, pp 37, 표 5 및 그림 8 참고)

2.3 Emulsion의 생산량

국내에 Emulsion이 들어오기 시작한 것은 1982년으로 한국화약이 미국의 Dupont과 기술제휴하여 제조 시판하게 되었다.

1990년에 2,600ton으로 시작하여 대체적인 증가를 보이며 특히 1995년부터 1997년 사이에는 가파른 상승세를 보인다. 1998년 국내의 IMF 여건으로 하락하지만 1999년부터 꾸준히 상승하여 2000년에는 22,600ton으로 연간 최고치를 기록한다. Emulsion도 ANFO와 마찬가지로 꾸준히 증가하는 경향을 나타냈다.(대한화약발파공학회지 Vol 21, No. 1, pp 38, 표 6 및 그림 9 참고)

2.4 폭약의 생산량 비교

1990년부터 2000년까지 11년간의 폭약 총생산량을 보면 Dynamite가 257,000ton이고 ANFO의 생산량은 150,300ton, 그리고 Emulsion이 126,800ton이다. 이를 전체에 대한 비로 보면 Fig. 6과 같이 각각 Dynamite 48%, ANFO 28%, Emulsion 24%로 나타나고 있다. Dynamite의 경우 초기에는 많은 생산량을 보이지만 점차 감소를 하고 있으며, Emulsion은 완만한 증가를 보이고, ANFO는 다소 급진적인 증가세를 보인다.

폭약 각각의 연도별 생산량을 Table 1에 나타냈다. Fig. 1에 보이는 폭약의 총생산량을 보면 1998년을 제외하고는 거의 증가추세를 보임을 알 수 있다. Fig. 2는 종류별 폭약을 합쳐서 폭약의 총생산량을 나타내었고, Fig 3은 1990년에서 2000까지 Dynamite, ANFO, Emulsion의 각각의 합을 폭약의 총생산량의 비로 나타낸 것이다.

Table 1. Comparison among annual productions of explosives

Year	Dynamite (ton)	ANFO (ton)	Emulsion (ton)	Productions of Explosives(ton)
1990	27,000	7,000	2,600	36,600
1991	33,300	8,400	4,300	46,000
1992	29,600	9,300	3,600	42,500
1993	28,000	11,700	5,300	45,000
1994	27,700	13,500	7,800	49,000
1995	27,000	15,400	8,600	51,000
1996	23,800	16,300	14,400	54,500
1997	20,700	17,300	20,500	58,500
1998	14,800	16,000	17,700	48,500
1999	15,000	17,100	19,400	51,500
2000	10,500	18,300	22,600	51,400

자료출처: (주)한화, (주)고려노벨화약

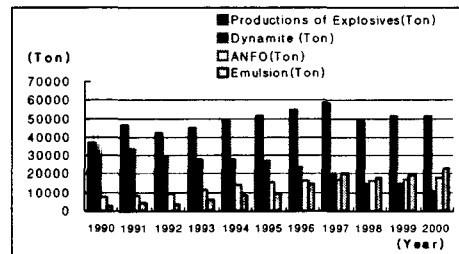


Fig. 1. Comparison among productions of explosives

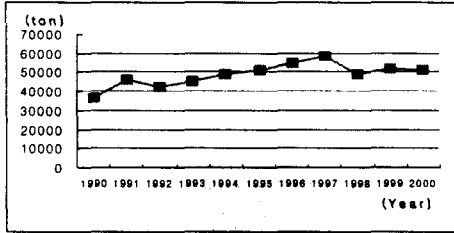


Fig. 2. Total production of explosives

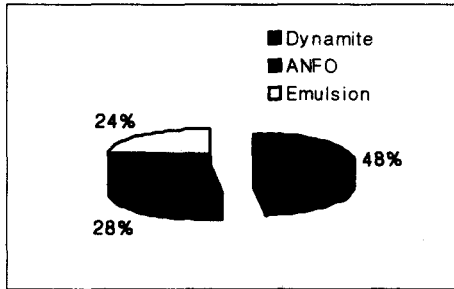


Fig. 3. Total production of explosives(1990-2000)

3. 국내 뇌관의 생산량

3.1 공업뇌관(Plain detonator)

공업뇌관의 생산량은 1990년에 최고조를 이루다 그 이후부터 급격한 하락세를 나타내고 있으며 2000년에는 전혀 생산이 되지 않고 있다. 이는 전기뇌관 및 비전기뇌관이 사용상 어려움이 많은 공업뇌관보다 용이하고 안전하기 때문이다. 즉 공업뇌관의 감소는 전기뇌관 및 비전기뇌관이 그 만큼의 감소분을 채워주고 있음을 알 수 있다.(대한화약발파공학회지 Vol 21, No. 1, pp 38, 표 7 및 그림 10 참고)

3.2 전기뇌관(Electric detonator)8)

전기뇌관은 연 100만개이상 꾸준히 생산되었다. 이는 터널 발주량과 관계가 깊어서 터널의 사용량에 크게 영향을 미친다. 전기뇌관은 기존의 공업뇌관보다 안전하고 사용이 용이하며 비전기뇌관에

비해 단가가 저렴하므로 다수의 현장에서 선호하고 있다. 1999년에 최고 생산량을 기록하였다.(대한화약발파공학회지 Vol 21, No. 1, pp 38, 표 8 및 그림 11 참고)

3.3 비전기뇌관(Non-Electric Detonator)

국내에서는 비전기뇌관이 "Nonel(고려노벨화약), HINEL(한화)"라는 이름으로 1993년에 제주시판되었다. 연차적으로 생산량이 증가하다가 1999년 제조원가 및 판매가격의 상승으로 생산량이 줄어든데 다른 이유로는 영업적인 요인도 포함된다고 예측된다. 2000년에는 1,200,000개로 다시 급반전을 보여주는데 이는 비전기뇌관의 가격이 전기뇌관보다 비싸지만 안전성과 특수한 환경을 가진 공사의 경우 비전기뇌관이 사용됨을 의미한다.(대한화약발파공학회지 Vol 21, No. 1, pp 38, 표 9 및 그림 12 참고)

3.4 뇌관의 총생산량 비교

1990년부터 2000년까지 11년간의 뇌관 총생산량을 보면 공업뇌관이 25,310,000개이고 전기뇌관의 생산량은 281,700,000개 그리고 비전기뇌관이 6,290,000개이다. 이를 전체에 대한 비로 보면 Fig. 6에서 보는 바와 같이 공업뇌관 10%, 전기뇌관 87%, 비전기뇌관 3%로 나타나고 있는데 공업뇌관의 경우 초기 생산량에서 지속적인 감소를 하여 2000년에는 생산되지 않고 있다. 비전기뇌관의 경우 일정한 생산형태를 보이고, 전기뇌관은 기복의 폭은 있지만 전체적으로 보면 일정한 수준을 유지함을 Fig. 5에서 알 수 있다. 각 종류의 뇌관 자료는 Table 2에 나타냈고, Fig. 4는 뇌관 총생산량, 공업뇌관, 전기뇌관 및 비전기뇌관을 함께 비교한 것으로 전기뇌관이 많은 부분을 차지하고 있음을 알 수 있다.

총생산량은 계속적인 감소의 경향을 보이지만 이는 공업뇌관의 생산격감에 따른 것이고 이외 뇌관의 경우 일정한 생산량을 유지하거나 증가하고 있다.

Table 2. Annual production of industrial detonators

Year	Plain detonator (1000EA)	Electric detonator (1000EA)	Nonelectric detonator (1000EA)	Productions of detonator (1000EA)
1990	8,300	18,300	0	26,600
1991	5,800	20,000	0	25,800
1992	3,900	20,700	0	24,600
1993	2,750	19,800	350	22,900
1994	1,440	21,200	460	23,100
1995	1,050	19,200	750	20,900
1996	750	20,900	750	22,400
1997	650	21,500	1,050	23,100
1998	650	18,200	1,250	20,000
1999	20	20,300	780	21,100
2000	0	18,600	1,200	19,800

자료출처: (주)한화, (주)고려노벨화약

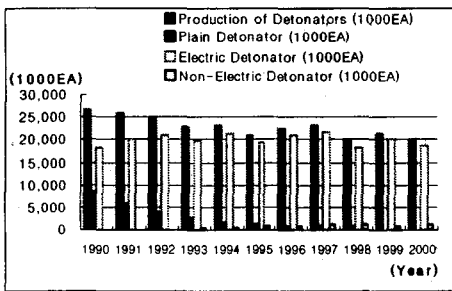


Fig. 4. Annual production of industrial detonators

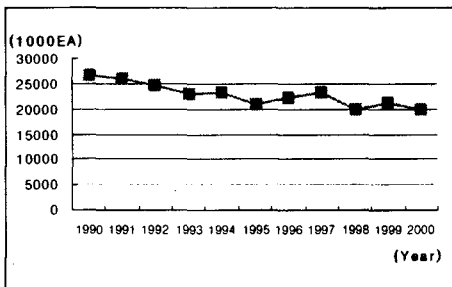


Fig. 5. Total production of industrial detonators

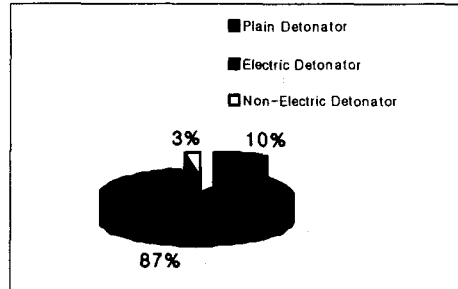


Fig. 6. Production of industrial detonators (1990-2000)

4. 건설경기동향

건설경기동향은 1990년부터 2000년까지로 한정한다. 이유는 건설 Deflator적용을 1995년을 기준으로 함으로 보다 신뢰성이 있는 자료를 만들고, 또한 건설경기에 따른 화약류생산의 상관관계를 나타내는 것이므로 화약의 생산시점과 신뢰성 있는 자료를 위해 11년간이라는 기간을 정하고 정리한다. 수주실적으로는 건설경기의 전반적인 동향을 파악하고 기성실적으로는 화약류의 생산량을 직접 비교하는데 목적이 있다. 화약류의 경우 특수한 조건을 가지므로 당해 생산된 양을 대부분 전량 소비하므로 실질적인 화약류의 소비량을 비교하기 위해 공사에 대한 연 기성실적을 알아보고 비교하므로 수주실적보다 더욱 정확한 추세를 파악하고자 기초통계로 활용하게 되었다.

4.1 건축

1990년부터 1991년까지는 증가세를 보이다가 1992년 건축규제의 지속으로 다소 위축된 경향을 보인다. 하지만 1993년 1월 1일부터 각종 건축규제 조치가 풀림으로써 급반전하여 상승세를 나타내었으며, 1994년에는 전반적인 경기의 활황에도 부동산 경기침체 등으로 감소하는 추세를 보였다.

1995년에서 1997년까지는 전반적으로 증가세를 유지하다가 IMF의 여파로 1998년 건축경기는 급속

한 하락을 나타내어 2000년까지 이르고 있다.

금액으로 보면 2000년도가 1990년에 비해 약 2.4 배 증가를 나타내지만 최고 금액 점인 1997년으로 본다면 약 1.3배가 감소된 것을 알 수 있다.

Table 3은 건축 기성액에 건설업 Deflator(1995년 기준)를 적용하여 나타내었고 Fig. 7은 건축 기성액에 건설업 Deflator를 적용한 연도별 기성액을 그래프로 나타내었다.

기성액은 1997년에 최고치를 기록했는데 이에 대한 비교는 Fig. 8에 histogram으로 나타냈다.

Table 3. Annual trends of building construction business

Year	In billion won
1990	22,767.8
1991	29,358.49
1992	30,044.33
1993	41,848.99
1994	38,144.99
1995	42,238.50
1996	45,280.60
1997	45,920.89
1998	36,282.76
1999	34,380.27
2000	33,208.83

자료출처: 대한건설협회

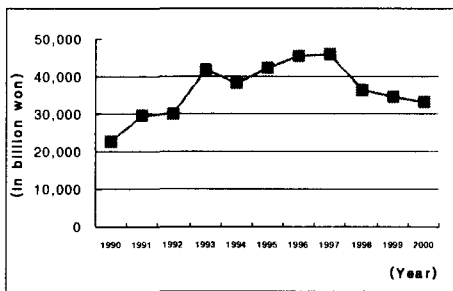


Fig. 7. Annual trends of building construction business

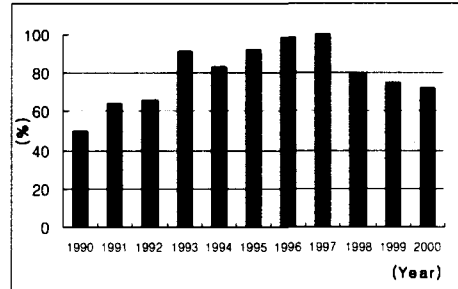


Fig. 8. Building construction business output (Reference year: 1997)

4.2 토목

1990년부터 1992년도까지 가파른 증가세를 보이는데, 특히 1992년에는 사회간접자본의 확충 등의 지속적인 투자에 힘입어 전년도에 비해 많은 증가세를 보였다.

1993년에는 경부고속철도 일부구간 착공 및 영종도 신공항 개발의 시점으로 1995년까지 완만한 증가세를 나타냈다. 1996년은 1992년 이후 가장 높은 성장세를 가지고 있고, 특히 서울 지하철 6, 7호선 공사와 부산, 대구 2호선 지하철 공사와 인천, 광주의 1호선 지하철 공사의 집중적인 발주에 큰 영향을 받았다.

1997년에서 1998년에는 경기침체와 IMF체제 진입 등 산업전반의 침체로 전 공종에 걸쳐 감소세를 보였고, 1999년에는 건설공사가 전체적으로 미미한 증가세를 나타내었으나 수주액은 전년 대비 7.5% 감소한 것으로 집계 되었다.

이어 2000년의 수주실적은 감소세에서 벗어났으나 철도 및 지하철부분과 사회간접자본 등의 실적이 전년보다 하락하므로써 감소세를 보인다. 1990년에 비해 2000년의 금액은 약 5배 정도 증가하였음을 알 수 있다.

Table 4는 토목 기성액에 건설업 Deflator(1995년 기준)를 적용한 수치이며 Fig. 9는 Table 4를 기초로 1990년부터 2000까지의 Deflator를 적용한 기성액을 나타냈다. 이렇게 적용된 기성액 중 최고금액의 해를 1998년으로 하여 100%로 하고 Fig. 10에 나타내었다.

Table 4. Annual trend in civil engineering business

Year	In billion won
1990	7,322.50
1991	9,360.28
1992	14,808.30
1993	14,743.03
1994	14,690.20
1995	15,686.00
1996	21,271.42
1997	21,284.88
1998	24,844.89
1999	24,781.09
2000	21,921.24

자료출처: 대한건설협회

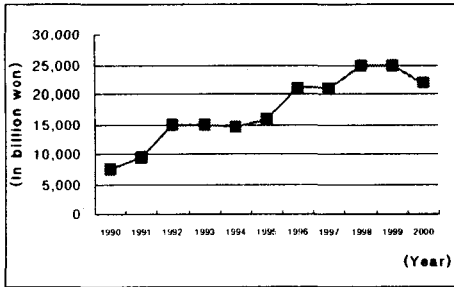


Fig. 9. Annual trend in civil engineering business

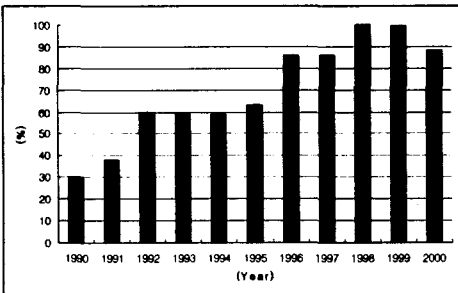


Fig. 10. Civil engineering business output (Reference year : 1998)

4.3 골재

골재의 경우 1992년 이전 자료는 신뢰성이 떨어지며, 각각 자료들이 분산되어 있어서 1992년을 기점으로 하였다.

골재의 경우 화약을 직접적으로 사용하는 산림 분야로 적용하였다. 1996년까지는 가파른 상승세를 유지하다가 1997년에 급격한 하락을 기점으로 감소추세를 보인다. 1992년에서 2000까지 산림골재를 나타내었다. 이는 폐골재의 재활용과 외국에 수입한 수입골재 및 환경적 요인에 기인한 것으로 판단된다.21)22)(대한화약발파공학회지 Vol 21, No. 1, pp 36, 표 3 및 그림 5 참고)

4.4 시멘트

주택 200만호 건설 등 건설경기부양에 따른 시멘트 수요의 급증으로 활황을 구가하던 시멘트산업은 1997년말 IMF구제금융이라는 초유의 경제위기에 접어들면서 불황에 빠져들자 설비 증설에 따른 금융비용 부담과 영업환경 악화로 인해 심각한 경영난에 봉착하여 한라시멘트의 부도 등 업계전체가 어려움에 빠졌다.

하지만 1999년 이후 IMF구제금융, 정부의 건설경기 부양 의지 등으로 건설경기가 회복되고 업계의 자구노력의 성공으로 경영실적이 호전되면서 재도약의 기회를 마련하게 되었고, 이후 다국적기업인 라파즈사가 한라시멘트를 인수하여 라파즈한라시멘트로 출범하였다. 동양메이저의 시멘트부문에 계열사에서도 지분을 출자하여 동양시멘트의 경영에 참여하고 있으며 쌍용양회도 일본태평양시멘트사와의 공동출자계약을 통해 공동경영을 함에 따라 국내 시멘트산업도 외국 메이저사들의 진출시도로 새로운 환경변화에 직면하게 되었다.

Table 5의 1991년부터 2000까지 시멘트 생산량을 기초로 나타낸 것으로 지속적인 증가추세에서 1998년에 하락을 보이다가 다시 증가했다.(대한화약발파공학회지 Vol 21, No. 1, pp 37, 그림 6 참고)

Table 5. Annual production of cement

Year	Ton
1991	73,333,767
1992	81,649,761
1993	92,496,546
1994	101,192,383
1995	107,023,404
1996	109,531,956
1997	113,919,945
1998	88,334,109
1999	91,945,940
2000	96,973,858

자료출처: 한국양회공업협회

4.5 탄광

1990년부터 2000까지 채탄량은 대체적으로 감소하는 경향을 보이거나 1996년을 기점으로 일정한 채탄량을 보인다. 이에 따른 폭약의 사용량을 보면 1996년에 거의 일정한 사용량을 보이며 폭약의 생산량과 비교해 보았을 때 약 1%정도 미미한 부분을 차지하고 있다.(Table 7) 폭약의 사용량은 추정에 의해 이루어졌다. 경동탄광에서 사용되는 폭약의 사용량이 전체 탄광의 화약사용량의 약 1/3이므로 이를 전체 사용량으로 환산하여 추정하였다. Table 6은 1990년부터 2000년까지 석탄의 생산량이며 이 자료를 기초한 생산추세는 Fig. 11에 나타내었다. 석탄광산에 사용된 폭약의 사용량은 국내 경동탄광의 사용량을 기초로 추정하여 1995년에서 2000까지 나타내었고, 폭약 총생산량에 대한 석탄광산에서 사용된 폭약은 Fig. 12에 보였다. 석탄채광에 사용된 폭약의 양은 Table 8에 나타냈다.

Table 6. Annual production of coal

Year	Ton	Year	Ton
1990	17,217,000	1996	4,951,000
1991	15,058,000	1997	4,514,000
1992	11,970,000	1998	4,361,000
1993	9,443,000	1999	4,197,000
1994	7,438,000	2000	4,150,000
1995	5,720,000		

자료출처: 대한광업진흥공사

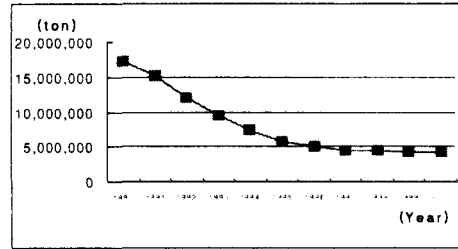


Fig. 11. Annual production of coal

Table 7. Relationship between explosives production and explosives consumption for mining

Year	Production of explosives(ton)	Explosives consumption for mining(ton)
1995	51,000	702
1996	54,500	712
1997	58,500	571
1998	48,500	531
1999	51,500	491
2000	51,400	524

자료출처: (주)경동, 경동탄광

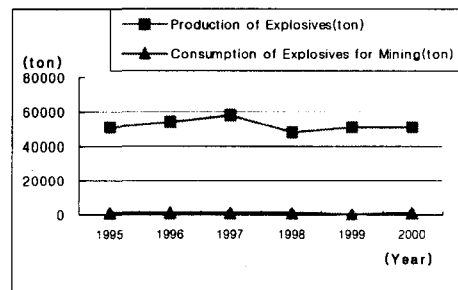


Fig. 12. Annual production of explosives and consumption of explosives for mining

Table 8. Percentage of explosives consumption for mining

Year	%
1995	1.38
1996	1.31
1997	0.98
1998	1.09
1999	0.95
2000	1.02

자료출처: (주)경동, 경동탄광

5. 건설경기와 폭약 및 뇌관의 생산량

5.1. 건설경기에 따른 폭약생산량 비교

폭약의 폭발이 틀리므로 본 연구에서는 비교될 건설기성액에 대하여 폭약총생산량의 폭약을 폭약 등가톤수(Tons of explosives energy equivalent, 이하 TOEE)로 적용하여 Emulsion(NewMite Puls 1) 폭약 880kcal/kg을 1로 두고 ANFO(1100 kcal/kg)을 가중치 1.25배, Dynamite(MegaMITE : 1152 kcal/kg)는 1.31배로 환산하여 건설 Deflator 되어진 건설공사비에 대한 TOEE로 비교하였다. Table 9에는 각각의 폭약에 폭약등가톤수를 적용한 수치다.

Fig. 13, 14, 15는 건설업 Deflator를 적용한 건축 기성액, 토목 기성액, 건설 기성액에 대한 폭약 총생산량에 TOEE를 적용하여 비교한 것이다. 폭약의 생산량이 건축 및 토목 그리고 건설(건축+토목)과 거의 유사한 형태로 증가 감소한다. 특히 건축의 추세선에 대하여 상당히 비슷한 형태로 증가 감소한다.

Table 9. Annual production of explosives

Year	Dynamite (TOEE)	ANFO (TOEE)	Emulsion (TOEE)	Production of Explosives (TOEE)
1990	35,370	8,750	2,600	46,720
1991	43,623	10,500	4,300	58,423
1992	38,776	11,625	3,600	54,001
1993	36,680	14,625	5,300	56,605
1994	36,287	16,875	7,800	60,962
1995	35,370	19,250	8,600	63,220
1996	31,178	20,375	14,400	65,953
1997	27,117	21,625	20,500	69,242
1998	19,388	20,000	17,700	57,088
1999	19,650	21,375	19,400	60,425
2000	13,755	22,875	22,600	59,230

Product	Energy(Kcal/kg)	Weight
Dynamite	1152	1.31
ANFO	1100	1.25
Emulsion	880	1

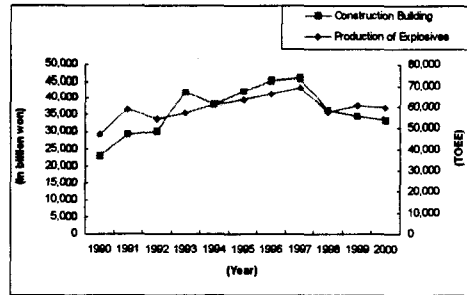


Fig. 13. Correlation between explosive production and building construction business

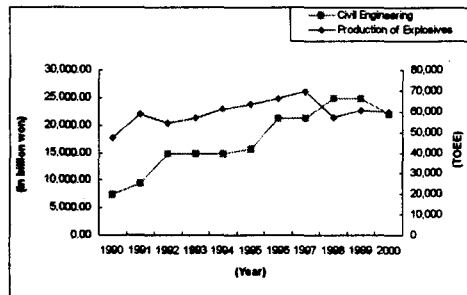


Fig. 14. Correlation between explosive production and civil engineering business

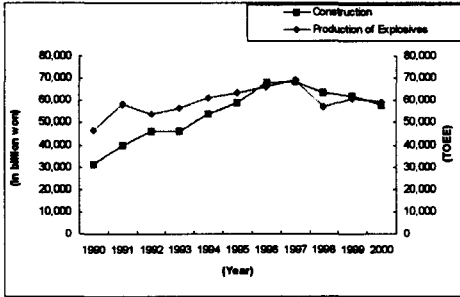


Fig. 15. Correlation between explosive production and construction business

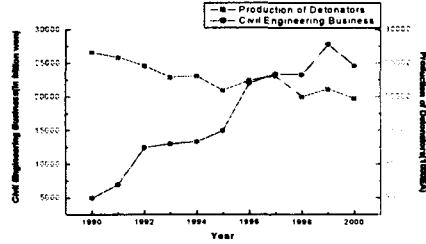


Fig. 17. Correlation between detonator production and civil engineering business

5.2 건설경기애 따른 뇌관 생산량 비교

초기 공업뇌관은 발파의 대부분을 차지하고 있었으나 사용상의 안전성 문제와 작업의 정밀성 및 번거로움으로 점차적으로 줄어들어 1999년을 기점으로 생산이 중단되었고 이에 반해 전기뇌관은 계속해서 많이 사용되고 있음을 알 수 있다. 비전기 뇌관의 경우에도 계속 증가를 하지만 1999년을 기점으로 약간 하락 되었다. 뇌관의 경우 물론 건설경기애 영향을 받지만 초기 1993년까지는 반대적인 성향을 보이다가 그 이후로는 유사한 증감을 나타내지만 큰 폭의 변화는 눈에 띄지 않는다.

Fig. 16, 17, 18은 건설업 Deflator를 적용한 건축 기성액, 토목 기성액, 건설 기성액에 대한 뇌관 총생산량을 적용하여 비교한 것이다.

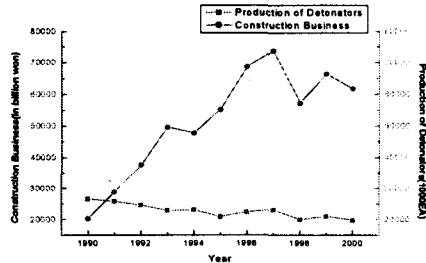


Fig. 18. Correlation between detonator production and construction business

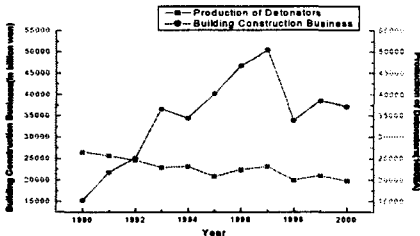


Fig. 16. Correlation between detonator production and building construction business

5.3 분석방법

두 변수 사이의 관계를 알아볼 때에 가장 먼저 할 일은 서로 대응하는 자료를 좌표평면 위의 점들로 나타내는 산포도(scatter diagram)를 그려보는 것이다.

즉 두 변수 사이의 관계를 산포도로부터 대략적으로 파악할 수 있으나, 좀 더 정밀한 분석을 위해서는 이러한 관계를 하나의 수로 나타내는 통계량이 필요하다.

따라서 본 연구에 대상인 건설경기애와 이에 따른 화약생산량의 상관관계를 알아보기 위해서 상관분석을 이용한 상관계수로 얼마만큼 상관성을 가지는가를 알아보하고자 분석방법을 택하게 되었다.

상관분석에서는 두 변수사이의 관계가 있고 없음에 대한 추론이 그 주요 목적이다.

식은 다음과 같이 표현된다.

$$\rho = \frac{Cov(X, Y)}{\sqrt{Var(X)} \sqrt{Var(Y)}} = \frac{\sigma_{xy}}{\sigma_y \times \sigma_x}$$

5.4 분석결과

Table 10에는 연도별로 폭약생산량, 건축기성액, 토목기성액, 건설 기성액이 나타나 있다. 이들 변수간의 산포도는 Fig. 19, 20, 21과 같다.

상관계수로 보면 Table 11의 경우 건축기성액에 대한 폭약생산량의 상관계수는 0.78, 토목기성액에 대한 폭약생산량의 상관계수는 0.51, 건설기성액에 대한 폭약생산량의 상관계수는 0.77로 나타났다.

분석결과를 검토하면 다음과 같다.

- 건축분야가 토목분야보다 폭약생산량과의 상관계수가 상대적으로 높게 나타나는 이유 중의 하나는 우리나라의 경우 건축공사에 사용되는 시멘트의 의존도가 높기 때문에 골재생산에 요구하는 폭약 사용량이 포함된 결과로 보인다.

- 토목공사의 유형에 따라 폭약의 사용량이 현저한 차이가 나타나고 있다. 이 예로 토목공사가 연암의 경우 발파작업 없이도 가능하고 발파작업으로 인한 환경적인 문제로 다양한 공법이 사용되기

때문이다.

- 건설분야의 상관계수가 기대치보다 낮은 이유는 광산분야 등과 같은 기타분야의 사용량이 포함되지 않았고 Table 18에서 보는바와 같이 연도별 건축 및 토목구성비율의 변동, 사용폭약종류별 구성비가 지속적으로 변화하기 때문이라고 판단된다.

Table 11. Correlation coefficients between explosive production and construction business (1990-2000)

	Coefficient of correlation
Building construction vs explosives	0.78
Civil engineering vs explosives	0.51
Overall construction vs explosives	0.77

Table 10. Annual variation of explosive production and construction business (1990-2000)

Year	Production of explosives (Ton)	Building construction business		Civil engineering business		Overall construction business (In billion won)
		In billion won	%	In billion won	%	
1990	46,720	22,767.80	75.66	7,322.55	24.34	30,090.36
1991	58,423	29,358.49	75.82	9,360.28	24.18	38,718.77
1992	54,001	30,044.33	66.98	14,808.30	33.02	44,852.63
1993	56,605	41,848.99	73.95	14,743.03	26.05	56,592.02
1994	60,962	38,144.99	72.20	14,690.20	27.80	52,835.20
1995	63,220	42,238.50	72.92	15,686.00	27.08	57,924.50
1996	65,953	45,280.60	68.04	21,271.42	31.96	66,552.01
1997	69,242	45,920.89	68.33	21,284.88	31.67	67,205.77
1998	57,088	36,282.76	59.36	24,844.89	40.64	61,127.65
1999	60,425	34,380.27	58.11	24,781.09	41.89	59,161.36
2000	59,230	33,208.83	60.24	21,921.24	39.76	55,130.07

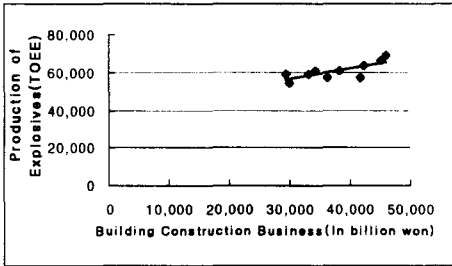


Fig. 19. Linear relationship between explosive production and building construction business

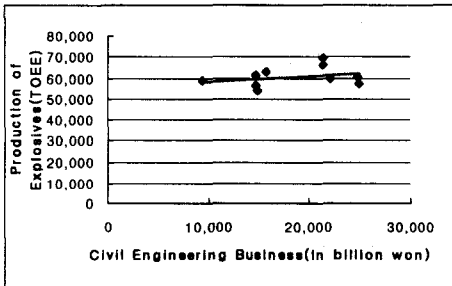


Fig. 20. Linear relationship between explosive production and civil engineering business

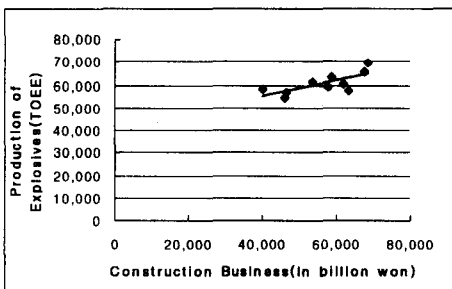


Fig. 21. Linear relationship between explosive production and overall construction business

6. 결론

(1) 최근 11년간 건축경기는 1997년까지 증가하다 IMF 외환위기 이후 감소세를 나타냈고, 건설

Deflator를 적용한 연간기성실적으로 볼 때 건축분야는 1990년 대비 2000년에 약46%의 증가를 보이지만 1997년의 대비에서는 약 28%의 감소를, 토목분야는 1990년 대비 매년 증가하여 2000년에도 약 200%의 증가를 보이지만 토목기성실적의 최고치인 1998년에 대비하여 12% 감소하였다.

(2) 폭약의 경우 Dynamite는 1991년을 정점으로 계속 생산량이 감소하는 추세이고, ANFO는 1990년 이후 매년 1,000~2,000ton 정도 증가를 나타내었고 Emulsion의 경우는 1996년부터 매년 50%이상 크게 증가하였으며, 폭약 총생산량은 1990년 36,600에서 2000년 51,400ton 으로 매년 증가하여 11년간 약 1.4배가 증가하였다.

(3) 뇌관의 경우 1970년 이전에는 공업용뇌관과 전기뇌관이 병행되어 사용하였으나 1994년 이후는 전기뇌관이 주로 사용되었고, 1994년(350,000발)부터 비전기뇌관이 생산되어 2000년(1,200,000발)까지 사용량이 약240%로 크게 증가하고 있었다. 특히 전기뇌관은 1990년에서 18,300,000발을 시작으로 2000년에 18,600,000발로 1990년에 비해 약 2%의 증가율로 큰 폭의 상승은 없으나 그 사용량은 꾸준한 추세를 보였다.

(4) 1990년에서 2000년 사이 11년간 건설경기증가와 더불어 폭약 및 뇌관의 생산량이 계속 증가하였고, 특히 건축경기에 대해서도 골재 및 시멘트 수요의 증가와 더불어 폭약 및 뇌관 사용량이 증가하였으며, 따라서 토목뿐만 아니라 건축경기에 따른 폭약 및 뇌관의 수요증가에도 크게 영향을 주고 있음을 알 수 있었다.

(5) 1990년에서 2000년 건설경기상승과 더불어 폭약의 총생산량은 지속적으로 증가추세를 나타내었고 건설경기 중 토목보다도 건축의 영향이 큼을 알 수 있었다. 특히 골재수요가 1992년부

터 지속적으로 증가하다가 1997년부터 감소세를 나타낸 것은 폐골재의 사용 및 골재자원의 수입에 의한 것으로 추정된다. 따라서 폭약총생산량은 골재(산림골재)채취량보다 전체건설공사비의 증감에 따른 영향이 더 큰 것으로 나타났다.

- (6) 1990~2000년간의 폭약생산량, 건축공사 기성액, 토목공사 기성액, 건설공사(건축공사와 토목공사의 합) 기성액을 상관분석에 의해서 보면 건축과 폭약의 상관계수는 0.78, 토목과 폭약의 상관계수는 0.51, 건설과 폭약의 상관계수는 0.77로 나타났다. 따라서 토목공사보다 건축 및 건설공사의 경기가 폭약의 생산량과의 높은 상관관계를 가지고 있음을 알 수 있다. 향후 SOC(사회간접자본)사업투자전망에 따라 토목비중이 높아질 것으로 전망되므로 화약생산량과 토목공사와의 상관관계가 더 높게 나타날 것으로 예상된다.

참 고 문 헌

1. 黃德相, “火藥學概論”, (주)한화 pp24-44, (1999).
2. 기경철 · 김일중, “산학인을 위한 발파공학”, 東和技術, pp14, pp16 (2002).
3. 강대우, “토목기술자를 위한 알기쉬운 발파공학”, 구미서관, pp45-49, (2001).
4. Sing O. Olofsson, “Applied explosive Technology for construction and Mining”, pp185~190, pp244~249. (1995).
5. 노영배, “화약발파기초이론” 구미서관, pp41, pp45, (1998).
6. SUSHIL BHANDARI, “Engineering Rock Blasting Operations” BALKEMA, pp13-19, (1997).
7. Josef Kohler, Rudolf Meyer “Explosives Fourth, revised and extended edition”, VHC pp121-122, (1993).
8. Wilmington, “Blasters’ Handbook” ISEE, pp139-143 (1980).
9. Robert C. Friend, “Explosives Training Manual”, pp31-35 (1975).
10. 대한건설협회, “건설통계연보 (Statistics Yearbook of Construction Industry) 1990” pp11-13 (1991).
11. 대한건설협회, “건설통계연보 (Statistics Yearbook of Construction Industry) 1991” pp12-16 (1992).
12. 대한건설협회, “건설통계연보 (Statistics Yearbook of Construction Industry) 1992” pp12-16 (1993).