

論 文

# 혼사전력 변화에 의한 합성사의 혼련특성에 관한 연구

김영식\*, 정종연\*, 이종남\*\*

The study on the mixing character of synthetic molding sand by power change

Young-Sik Kim,\* Jeong-Yeon Jeong,\* Jong-Nam Lee\*\*

### ABSTRACT

In order to investigate the effect of size of sand grains, bentonite content and moisture on mixing power, standard mixing power, permeability, green compressive strength and green mold hardness were measured with mixing time, and also coated layer of mixed sand with time was observed by optical microscope and scanning electron microscope.

From this experiment, the results were summarized as follows.

1. Mixing power increased as size of sand grains decreased.
2. Mixing power increased gradually as bentonite content increased and in particular, increased rapidly in 7-10% bentonite.
3. Mixing power increased as moisture content decreased.
4. The mixing time required to get the optimum mixing power decreased as moisture content and grain size increased, but increased as bentonite content increased.

## 1. 서 론

주조에 있어서 주물사는 주물의 양부를 좌우하는 중요한 요소중의 하나이므로 주물사를 선택할 때는 반드시 주형사로서 구비조건이 잘 갖추어져 있는가를 고려해야 한다.<sup>(1)</sup> 특히 그 중에서도 주형의 강도와 통기도, 경도 등을 들 수 있는데, 이러한 주형의 기계적 성질에 영향을 미치는 여러가지 인자들이 있지만 그 중에서도 주물사의 혼련상태가 미치는 영향에

대해 보고한 Tomoji Toshikawa 등에 의하면 규사, bentonite, 수분 등의 배합비가 일정한 합성사라도 혼련시간을 적절히 결정하므로써 기계적 성질이 향상된다고 보고한 사실과 다른 문헌들에서도 볼 수 있듯이 같은 주형재료를 혼합할 때도 주물사의 혼련상태가 주물사의 기계적 성질에 미치는 영향이 크다고 하는 것은 이미 잘 알려진 사실에 비추어 볼 때 주물사의 적정 혼련상태를 판단하는 것은 매우 중요하다. (1), (2), (3), (4)

그런데, 현재 대부분의 주물공장에서 실시하고 있는 주물사의 혼련상태를 판정하는 방법은 혼련시간에 따른 종래의 방법 즉, 강도, 경도 및 통기도 등

\* 高麗大學校 金屬工學科 大學院  
\*\* 高麗大學校 金屬工學科 教授

을 측정 한 시험결과에 의하여 혼련의 상태를 평가하고 있다. 그런데 이러한 평가방법은 혼련시간이 경과함에 따라 사람이 일일이 주물사의 성질을 측정해야 하기 때문에 인력과 시간의 낭비가 뒤따라 비경제적일 뿐만 아니라 혼련과정을 연속적으로 평가하기가 매우 불편한 결점을 안고 있다. 그리하여 최근에는 이러한 결점을 보완 내지 향상시키기 위하여 혼련시간에 따른 혼사전력을 연속적으로 측정하는 방법을 도입하여 혼련된 상황을 알아보려는 새로운 연구가 분체를 연구하는 분야에서도 활발히 진행되고 있다.

특히, K.Terashita, K.Miyanami 등에 의하면 혼련과정을 연속적으로 측정하므로써 종래의 방법에 의해서 혼련진행 상태를 평가하는 것 보다도 혼련진행 상태를 혼련과정에 따라 더 정확히 파악할 수 있을 뿐만 아니라 적은 노력으로서 최적의 혼련상태를 나타내는 주물사와 적절한 혼련시간을 결정할 수 있다고 보고한 바 있다. (2), (3), (10)

그리하여 본 연구에서는 입도와 bentonite 와 수분을 각각 다르게 첨가하여 혼련하였을 때 혼련시간에 따른 혼사전력의 변화를 연속적으로 측정하므로써, 혼련과정에 있어서의 혼사거동을 종래의 주물사의 혼련상태 판정방법 즉 혼련시간에 따른 주물사의 기계적 성질을 측정 한 것과 비교 검토하여 종래의 방법인 주물사의 기계적 시험을 하지 않고도 혼사전력 변화곡선에 의해서 적은 노력을 들이고 효율적으로 쉽게 주물사의 적정 혼련시간을 결정할 수 있는 가를 확인하고자 하였다.

2. 실험 방법

2.1 주형재료

2.1.1 규 사

본 실험에 사용한 규사는 경기도 동두천 소요산 인조규사로서 성분 및 입도분포는 Table 1 과 Table 2 에 나타낸 바와 같다.

Table 1. Chemical composition of artificial silica sand.

COMPOSITION	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Others
CONTENT (%)	96.90	1.74	0.60	0.76

2.1.2 점결제

점결제로서 사용한 점토는 미국산 Western bentonite 이고 그의 최대 팽윤도는 11.2 배이며 그 성분은

sand No sieve No	# 4	# 5	# 6
25	38.3		
30	45.3	2.0	
35	4.4	5.7	
40	4.7	16.5	1.0
50	4.8	44.1	8.5
60	2.2	22.8	47.8
80		3	23.0
100		2.3	11.4
120		1.7	4.3
200		1.2	3.5
270		0.2	0.4
Pan		0.1	0.1

Table 3. Chemical composition of bentonite.

COMPOSITION	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	Alkali	Ig-loss
Content (%)	57.95	24.30	3.40	2.67	2.40	2.72	8.56

Table 3 과 같다.

2.2 혼련 및 혼사전력측정

2.2.1 혼 련

혼련은 혼련시간에 따른 주물사의 기계적성질 및 혼사전력측정에 미치는 입도, 수분 bentonite의 영향을 살펴보기 위해 사용한 인조규사는 인조규사의 부착수분을 제거하기 위해 105℃에서 1시간 건조시켜 사용하였으며 입도의 영향을 측정할 때는 입도를 sand No # 4 , # 5 , # 6 으로 변화 시키고 수분을 6% , bentonite 는 7%로 일정하게 고정시켰다. 또한 수분의 영향을 살펴보기 위해서는 수분의 첨가량을 3% , 6% 및 9%로 변화시키고 입도는 # 6 , bentonite 는 7%로 고정시켰으며 bentonite 에 대한 영향을 살펴보기 위해서는 bentonite 첨가량을 4% , 7% 및 10%의 3가지로 변화시키고 입도는 # 6 , 수분 첨가량은 6%로 고정시켜 실험하였다. 실험에 사용된 혼련기는 미국 Dietert 사제의 Simpson -mill을 사용하였으며 혼련 순서는 인조규사 3kg에 각 조건에 따른 bentonite와 수분을 규사→bentonite →수분의 순으로 첨가하여 혼련하였다.

2.2.2 혼사소요전력 측정

혼련시간에 따른 혼사전력 변화를 측정하기 위해 제작한 장치는 혼련시에 혼련기에 소요되는 전력변화를 혼련시간에 따라 연속적으로 기록할 수 있도록 제작한 것이다. 그의 원리는 혼련기를 공회전시킬 때와 시료만을 첨가할 때와 여기에 bentonite 와 수분을 첨가했을 때 혼련기의 Motor에 걸리는 부하가 달라지게 되는 것을 이용한 것이다.

즉, 입력전압을 일정하게 하면 전류는 혼련시간에 따른 혼련상태에 따라 달라지는 원리 즉, 혼련시간이 경과함에 따라 점결력이 변하는 원리를 이용했으며 이 장치의 구조는 Fig.1에 나타내었다.

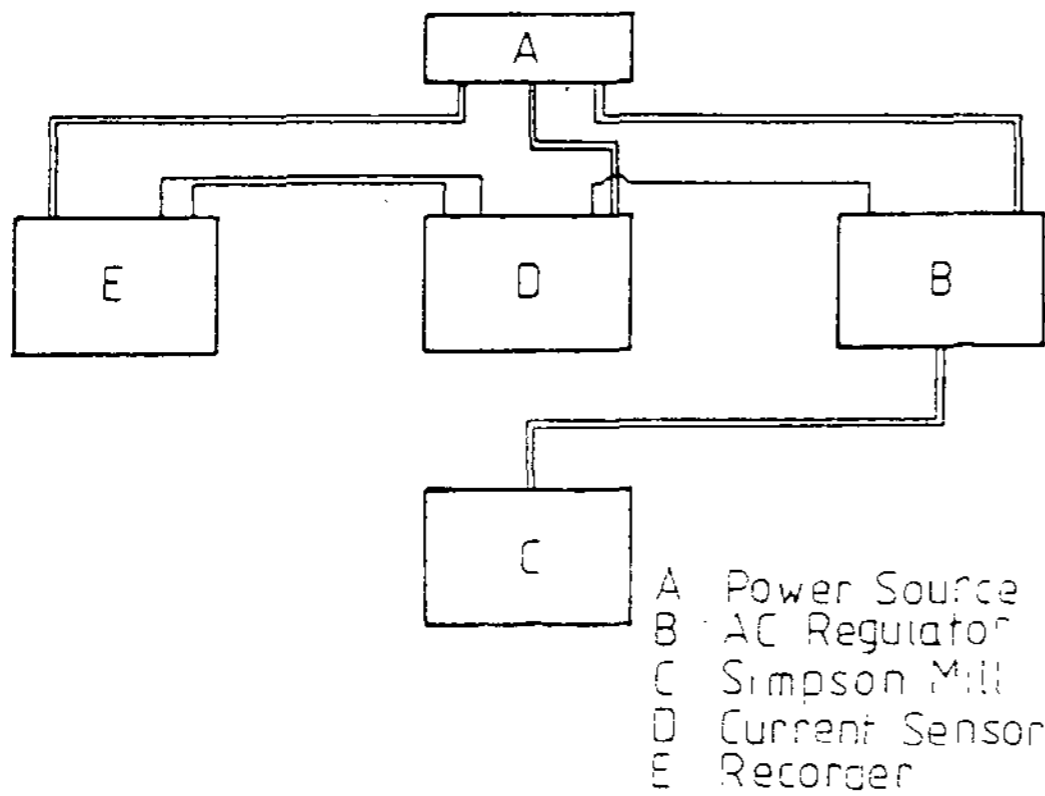


Fig. 1. Schematic diagram of mixing apparatus.

2.3 주물사 시험

2.3.1 시편 제작

혼련시간에 따른 통기도, 생형압축강도 및 생형 경도등의 변화를 살펴보기 위하여 혼련시간 즉, 1, 2, 4, 6, 8 및 10 분과 재조건에 따른 혼사전력 측정시 얻어진 혼사전력곡선 중 혼사전력이 일정하게 되는 시간에 따라 혼련기로 부터 소정량(약 200g)의 합성사를 채취했다.

채취된 시료는 A.F.S 규격에 따라 시편을 제작하였다.

2.3.2 통기도 시험

혼련시간에 따른 통기도에 미치는 입도, bentonite 및 수분의 영향을 살펴보기 위하여 제작된 시편을 통기도 시험기에 부착시켜 공기 2,000cc가 시편을 통과하는 시간과 수주차를 측정하여 다음과 같은 식에 의해 통기도를 측정했다.

$$P = \frac{V \times h}{P \times A \times t}$$

여기서

V : 시편을 통과시키는 공기량 ( cc )

( 보통 실온, 대기압에서 2,000 cc 로 한다.)

P : 시편의 상면과 하면의 압력차 ( cm )

A : 시편의 단면적 ( cm<sup>2</sup> )

t : 2,000 cc의 공기량을 통과 배출시키는데 요하는 시간

h : 시편의 높이 ( 5.08 ± 0.08cm )

2.3.3 생형 경도시험

경도시험은 압자가 0.5 in φ 인 미국 Dietert 회사 제의 생형 경도계를 사용하여 혼련시간에 따른 생형 경도에 미치는 입도, bentonite 및 수분의 첨가량의 영향을 조사했다.(14)

2.3.4 생형압축강도시험

입도, bentonite 및 수분 첨가량이 혼련시간에 따라 생형압축강도가 어떻게 변화하는가를 살펴보기 위하여 준비된 시험편을 미국 Dietert사의 Motor-driven dead weight type 의 압축강도계를 사용하여 측정하였다.

2.3.5 혼련상태 관찰

혼련시간이 경과함에 따라 bentonite 가 규사 주위를 피복하는 상태를 관찰하기 위하여 혼련시간의 경과에 따라 Sample 을 채취하여 광학현미경 및 SEM 으로 관찰했다. 광학현미경은 100 배로 SEM의 가속전압은 25 kw 관찰각도는 0°로 하였다.(11)

3. 결과 및 고찰

3.1 혼사소요전력 변화에 미치는 혼련시간의 영향

본 실험에서 사용된 혼사소요전력측정장치로 얻어진 혼련시간에 따른 혼사소요전력곡선 중 한가지 예를 Fig.2에 나타내었다. 이 Fig.2에서 Sand를 첨가한 시간을 Ts, bentonite를 첨가한 것을 Tb 및 수분을 첨가한 것을 Tm으로 나타냈으며 혼사소요전력이 일정하게 되는 시간에 있어서의 혼사전력을 Ps로 표시했다.(2), (3) 이 그림에서 혼련시간의 경과에 따른 혼사소요전력 변화를 살펴보면 혼련 초기의 변곡점들은 규사와 bentonite 및 수분의 첨가에 따른 혼련소요 전력의 증가치를 표시하는 것이며 그후 혼련소요전력이 다시 감소하는 것은 수분의 첨가에 따라 수분이 초기에는 윤활작용을 하여 혼련시 혼련물의 점도가 약화되기 때문으로 생각된다.

그후 혼련시간이 경과하면서 규사에 bentonite 가 점차로 피복되고 피복된 bentonite 가 수분과 작용하기 때문에 혼련시 점도가 커지기 때문에 혼사소요전력은 점차 증가한다고 사료되나 본 시간에서는 혼련시간에 따른 혼련물의 점도측정을 하지 않았기 때문에 단정하기에는 미흡하며 추후 이에 관해 더욱 연구가 있어야 할 것이다.

그리고 일정시간이 경과하면 혼련소요전력의 값이 거의 일정한 Ps 값을 나타내고 있는데 이는 사립주위에 bentonite 의 피복상태가 거의 완료되었기 때문이라고 사료되며 이에 관한 자세한 것은 3.3 절에 기술하기로 한다.

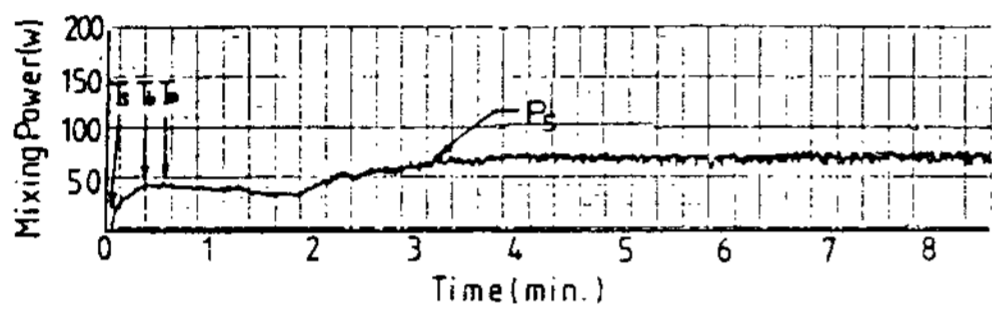


Fig. 2. Change of mixing power with the mixing time in synthetic sand.

### 3.2 혼사소요전력 변화에 미치는 수분, bentonite 및 입도의 영향

#### 3.2.1 수분의 영향

혼련시간에 따른 혼사소요전력 변화에 미치는 수분의 영향을 살펴보기 위하여 인조규사의 입도를 # 6 로 사용하고 여기에 bentonite 첨가량을 7 %로 일정하게 고정시키고 수분의 첨가량을 3 %와 6 % 및 9 %로 각각 달리했을 때의 혼사전력곡선을 Fig.3 에 나타내었다.

Fig.3 에서 보는 바와 같이 수분의 첨가량이 3 %와 6 % 및 9 %때 모두가 혼련시간의 경과에 따라서 초기에는 증가하다가 그후 약간 감소하는 경향이 나타났으며 그후는 다시 증가하다가 어느 정도 시간이 경과하면 혼사전력이 일정한 상태 즉 Ps 로 됨을 알 수 있다. 이와같이 초기에 혼사전력이 증가하다 감소하는 것은 3.1 에서 설명한 바와 같이 수분 첨가에 의한 윤향작용으로 혼련물의 점도가 저하되기 때문이라 사료되며 그후 증가하는 것은 bentonite 가 사립주위에 피복되면서 수분을 포수하여 사립간의 결합력이 증가하여 혼련물의 점도가 증가되기 때문으로 사려된다. 그리고 이 Fig.3 에서는 수분함량에 따른 Ps 값이 다르게 나타나는 것을 알 수 있고 또한 Ps 값에 도달되는 혼련시간도 수분의 함량에 따라 다름을 알 수 있다.

즉 수분첨가량이 3 %에서 6 % 및 9 %로 증가함에 따라 Ps 값은 60W, 90W 및 100 W로 증가함을 알 수 있다.

이는 본 실험에서의 7 % bentonite 와 # 6 인조규사의 경우 수분량이 증가함에 따라 혼련물의 점도가 점차 증가하는것에 기인하는 것으로 사려되나 이와 같은 경향은 bentonite 의 첨가량과 사립의 입도분포등의 혼련물의 제성질에 따라 달라진 것으로 사료되기 때문에 이에 관해서는 더욱 자세한 연구가 있어야 할 것으로 사료된다. 또한 Ps 값에 도달하는 첨가량이 3 %, 6 %, 9 %로 증가함에 따라 7 1/2분, 5분 및 3분 전후로 감소하는 것은 일정한 bentonite 첨가량의 경우(본 실험에서는 7 %) 수분첨가량이 증가할수록 수분과 bentonite 의 작용 즉 bentonite 팽화시간이 짧아지는 것에 기인하는 것으로 사려된다.

#### 3.2.2 bentonite 첨가량의 영향

Fig.4 은 인조규사(# 6)에 수분을 6 %로 하고 bentonite 를 4 %, 7 % 및 10 %로 변화시켰을 때 나타나는 혼련시간에 따른 혼련소요전력의 변화에 미치는 bentonite 첨가량의 영향을 도시한 것이다.

이 Fig.4 에서도 또한 혼련시간에 따른 혼사소요전력변화 곡선의 경향은 3.1 및 3.2.1 에서 전술한 경향과 일치함을 보이고 있으나 Ps 값과 Ps 점이 나타나는 것이 전술한 3.2.1 의 수분첨가량의 영향과 다름을 알 수 있다.

즉 혼사소요전력이 혼련시간의 경과에 따라 일정하게 되는값(Ps)이 bentonite 첨가량이 4 %, 7 % 및 10 %로 증가함에 따라 60W, 90W 및 102W정도로 Ps 값이 증가함을 나타내고 있다. 이는 다른 조건이 일정할 때 bentonite 의 첨가량이 많으면 많을수록 사립주위를 피복할 수 있는 bentonite 량이 증가하기 때문에 혼련물의 점도가 증가하는데 기인하는 것으로 사려되며 Ps 값이 나타나는 시간이 bentonite 첨가량이 4 %, 7 %, 10 %로 증가할수록 4분, 5분, 6분으로 증가하는 것은 일정 수분량의 경우(본 실험에서는 7 %) bentonite 가 많기 때문에 bentonite 가 팽화하는데 걸리는 시간이 길어지는데 기인하는 것으로 사려된다.

#### 3.2.3 입도의 영향

혼련소요전력에 미치는 입도의 영향을 살펴보기 위하여 bentonite 7 %, 수분 6 %로 일정하게 고정시킨 후 혼련시간에 따른 혼련소요전력의 변화에 미치는 입도의 영향을 Fig.5 에 나타내었다. 여기에 보면 혼련

시간에 따른 혼사소요전력 곡선의 변화는 시간의 경과에 따라 처음에는 증가하다가 그후 약간 감소한 후 다시 증가하여 어느 시간이 경과하면 일정한 혼사소요전력( $P_s$ )값에 도달하는 경향은 전술한 곡선들과 같은 경향임을 알 수 있으나 입도가 #4, #5 및 #6로 미세해 질수록  $P_s$ 값과  $P_s$ 값이 나타나는 시간이 다름을 알 수 있다. 즉 입도가 #4, #5 및 #6로 미세해 질수록  $P_s$ 값은 60W, 84W 및 90W로 증가하며 또한  $P_s$ 값이 나타나는 시간은 3분, 3½분 및 5분으로 증가하는 것을 나타내고 있다. 이와같이  $P_s$ 값과  $P_s$ 값이 나타내는 시간이 입도가 미세해 질수록 증가하는 것은 사립이 미세하면 할수록 규사의 표면적이 커지기 때문에 bentonite와 수분량의 경우 사립의 표면적이 넓으면 사립을 균일하게 피복시키는 데 걸리는 시간도 길어질 것이고 접촉면적도 증가되기 때문으로 사료된다.

상기한 바와 같이 이 Fig.3,4 및 5에서 알 수 있는 것을 종합해 보면 Fig.6에 나타낸 바와같이 혼사시 적은 혼사전력이 소비되는 경우는 수분 첨가량과 bentonite의 첨가량이 적고 또한 입도가 큰 경우임을 알 수 있다. 이와 같이 혼사전력만을 갖고 주물사의 혼련을 논한다면 상기한 경우가 좋을 것이나 이는 주물사의 기계적 성질들간의 연관성 및 혼련시간 등을 고려하여 결정해야 할 것으로 사료되기 때문에 이에 관해서는 뒤에 기술하는 혼련시간에 따른 주물사의 기계적성질 등을 측정된 결과들을 종합 검토한 다음 3.3항에서 기술하기로 한다.

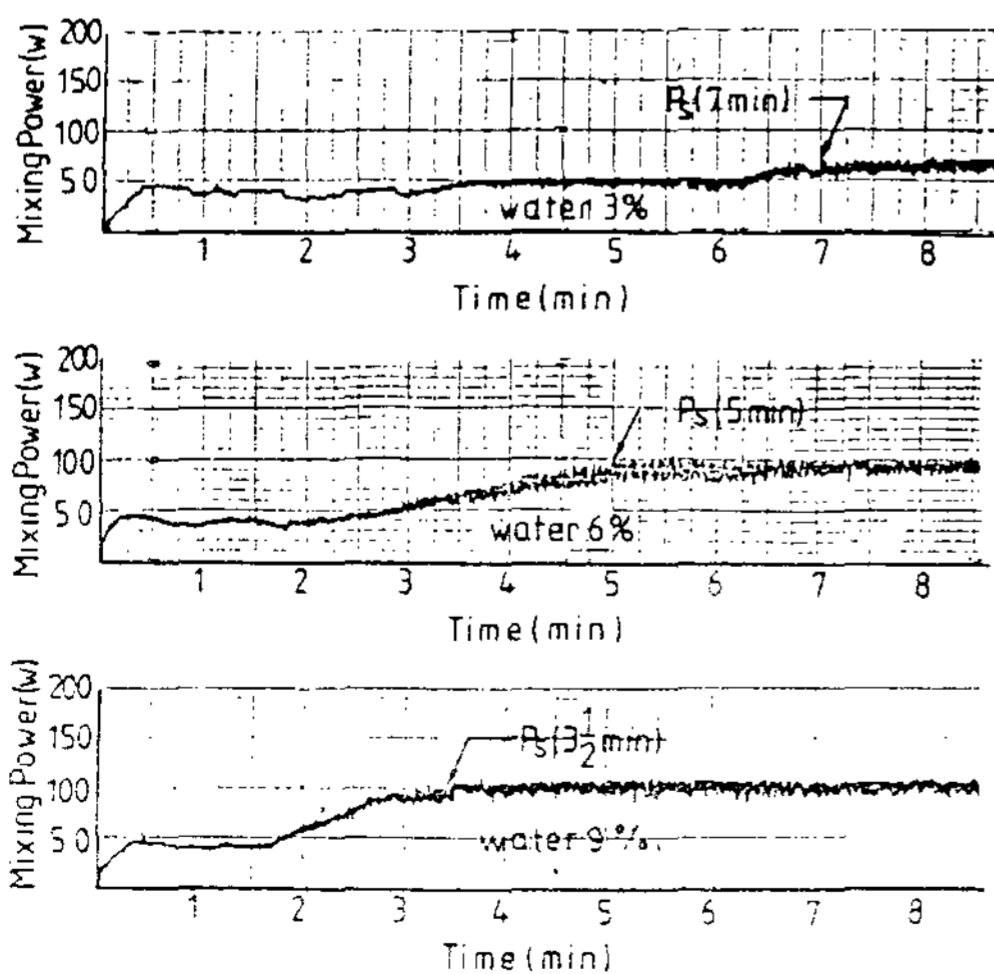


Fig.3. Change of mixing power the mixing time in synthetic sand with various moisture content. (grain size: #6, bentonite content: 7%)

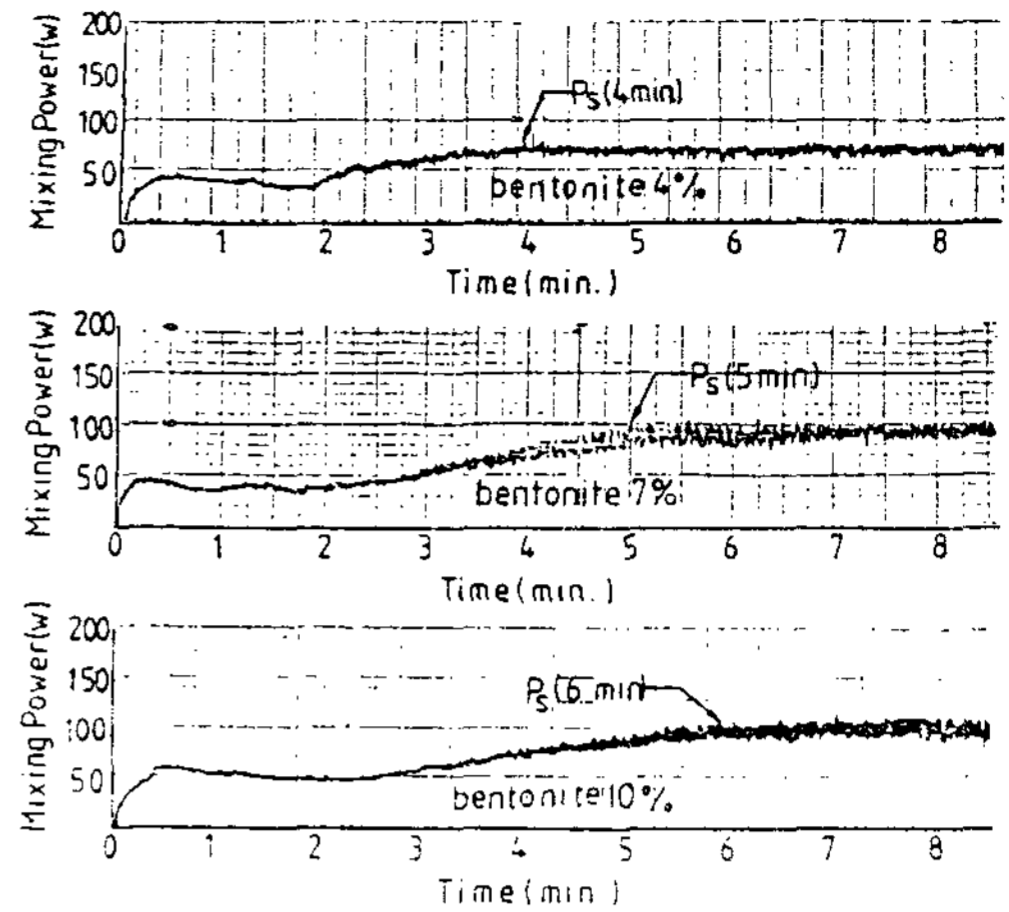


Fig.4. Change of mixing power with the mixing time in synthetic sand with various bentonite content (grain size: #6, moisture: 6%)

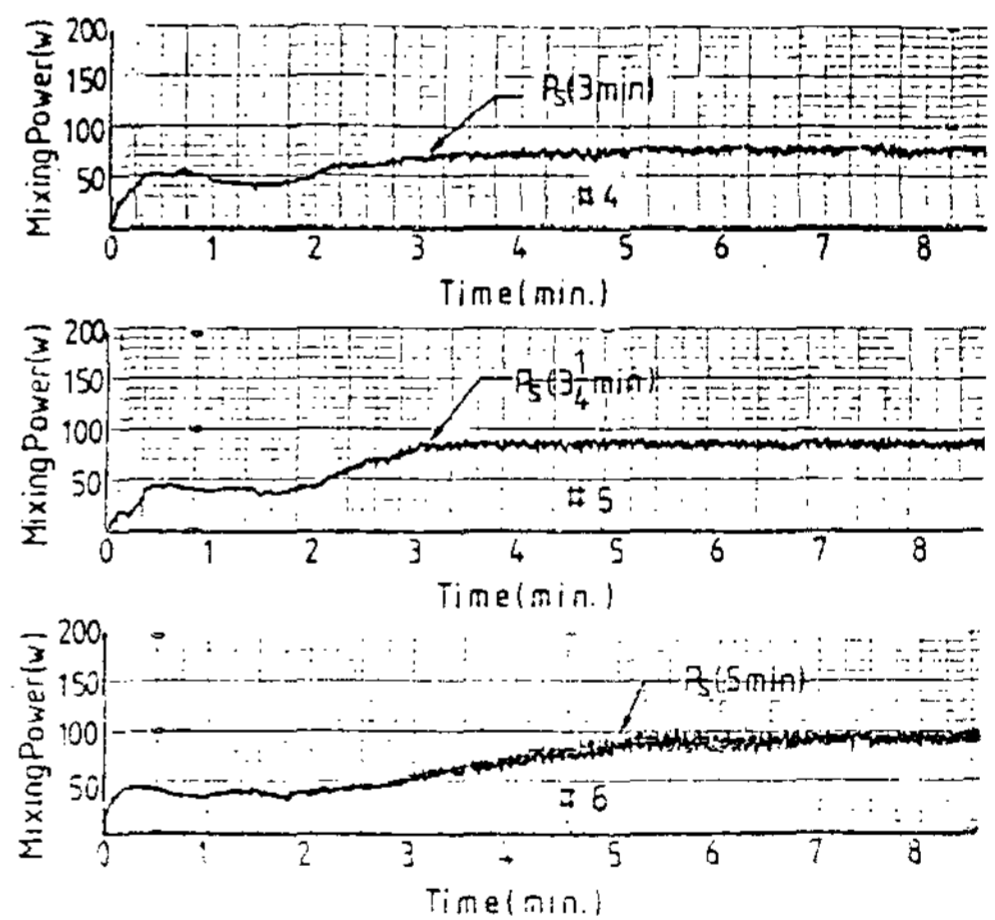


Fig.5. Change of mixing power with the mixing time in synthetic sand various (grain size: #6, moisture: 6%, bentonite: 7%)

### 3.3 혼사전력변화에 의한 합성생형사의 혼련상태판정

#### 3.3.1 혼련시간에 따른 혼사전력변화와 합성사의 기계적 성질과의 관계

본 실험에서 실험한 혼련시간에 따른 혼사전력곡선을 가지고 합성생형사의 혼련상태를 판정할 수 있는가는  $P_s$ 가 나타나는 시간과 압축강도, 경도 및 통기도 등의 기계적 성질의 값이 일정한 값을 나타내는 시간과 잘 일치된다는 것으로부터 단편적으로 언급했는데 본항에서는 그중 가장 대표적 혼사전력곡선인  $P_s$ 가 나타나는 시간이 가장 긴것(7분), 즉 인조규사 #

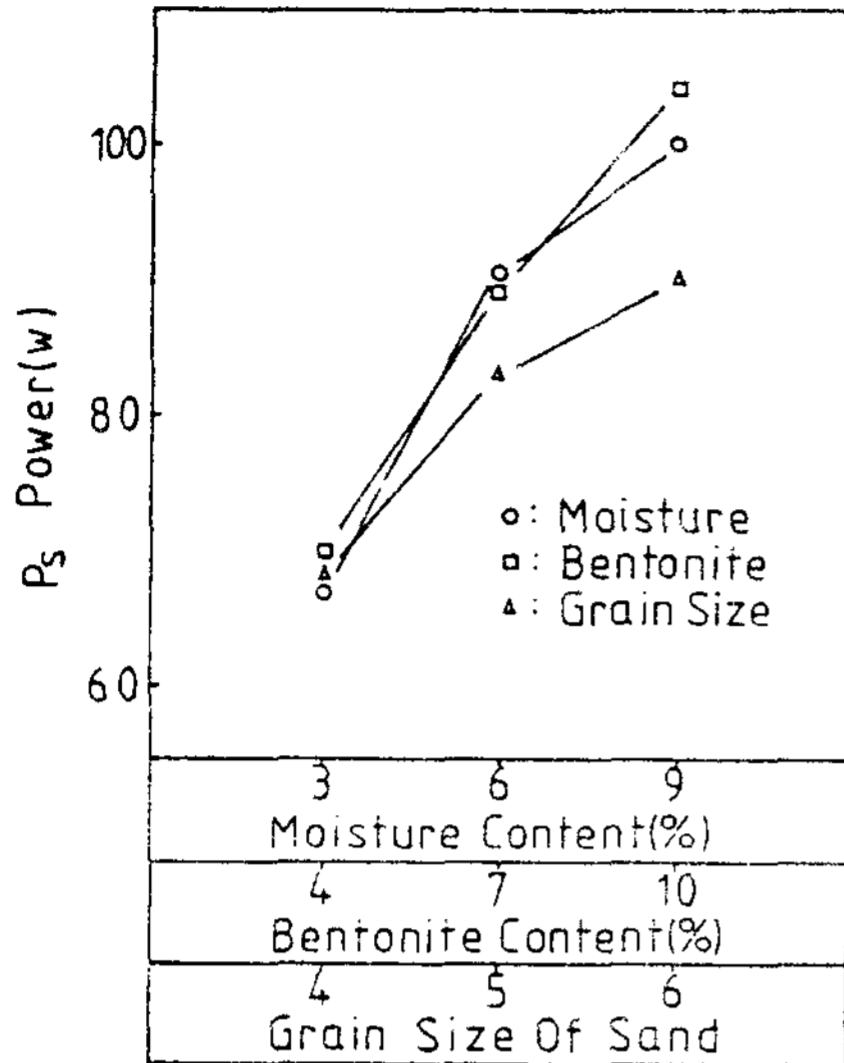


Fig. 6. Relationship among the mixing power with moisture, bentonite content and grain size.

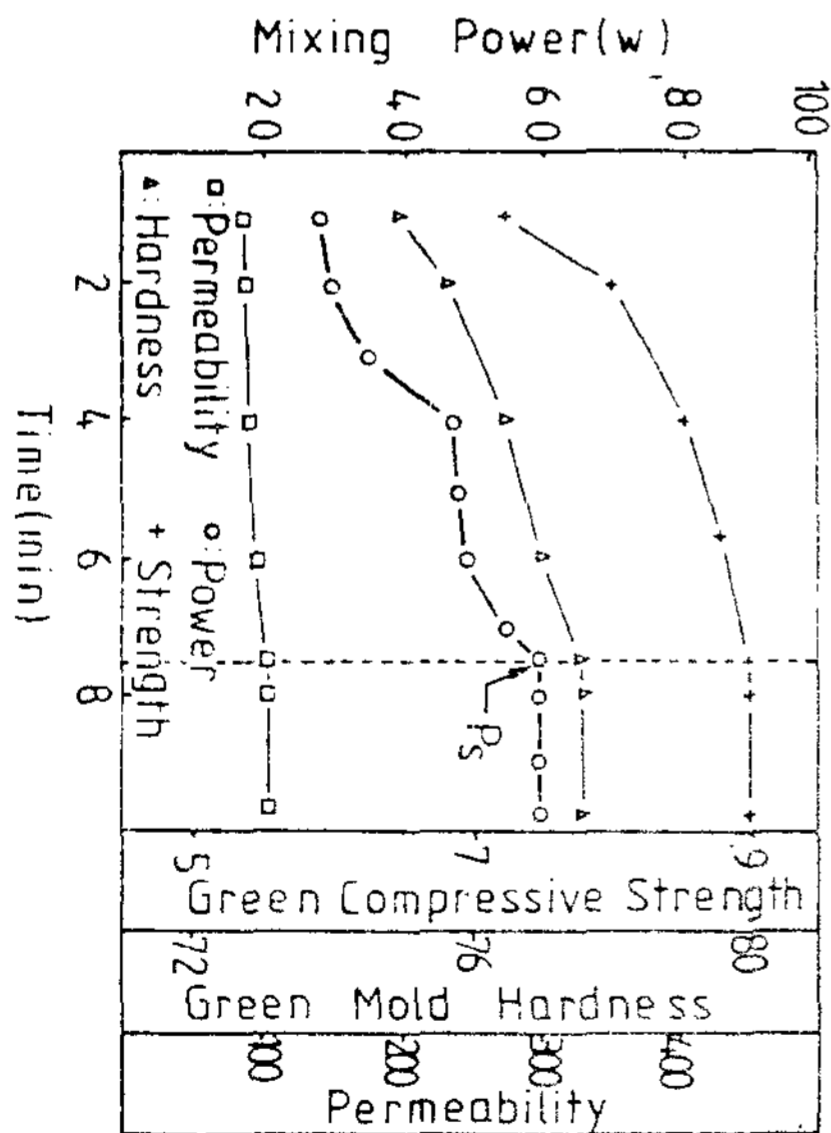


Fig. 7. Variation of mixing power and mechanical properties with the mixing time in synthetic sand. (moisture content; 3%, grain size; #6, bentonite content; 7%, Ps time; 7 min.)

6에 bentonite 7%와 수분을 3%로 첨가한 것과 Ps가 나타나는 시간이 가장 짧은것(3분) 즉 #4인 조규사에 7% bentonite, 3% 수분을 첨가한 것의 기계적 성질들 즉 압축강도, 경도, 통기도 등을 종합

하여 고찰하기 위해 이들 기계적 성질들과 혼사전력 곡선을 도식적으로 나타낸 결과를 Fig. 7과 Fig. 8에 나타냈다. Fig. 7과 Fig. 8에서 보면 이들 모두가 혼련시작과 더불어 Ps점이 나타나는 시간까지는 기계적성질 즉, 생형압축강도, 생형경도 및 통기도가 증가하다가 Ps점이 나타나는 후 부터는 기계적성질이 일정해지는 것을 알 수가 있다. 이것은 Ps점이 나타나는 시간이 기계적성질이 일정하게 되는 시간이라는 것을 의미하는 것이라 생각되며 또한 Ps가 나타난 시간 이후에도 혼련시간의 경과에 관계없이 기계적 성질이 일정한 값을 나타낸다고 하는 것은 혼련이 더 이상 진행되지 않는다는 것을 나타낸 것으로 사려되기 때문에 혼사전력곡선에서 Ps점이 나타나는 시간이 혼련이 완료된 상태라고 간주해도 좋을 것으로 사료된다.

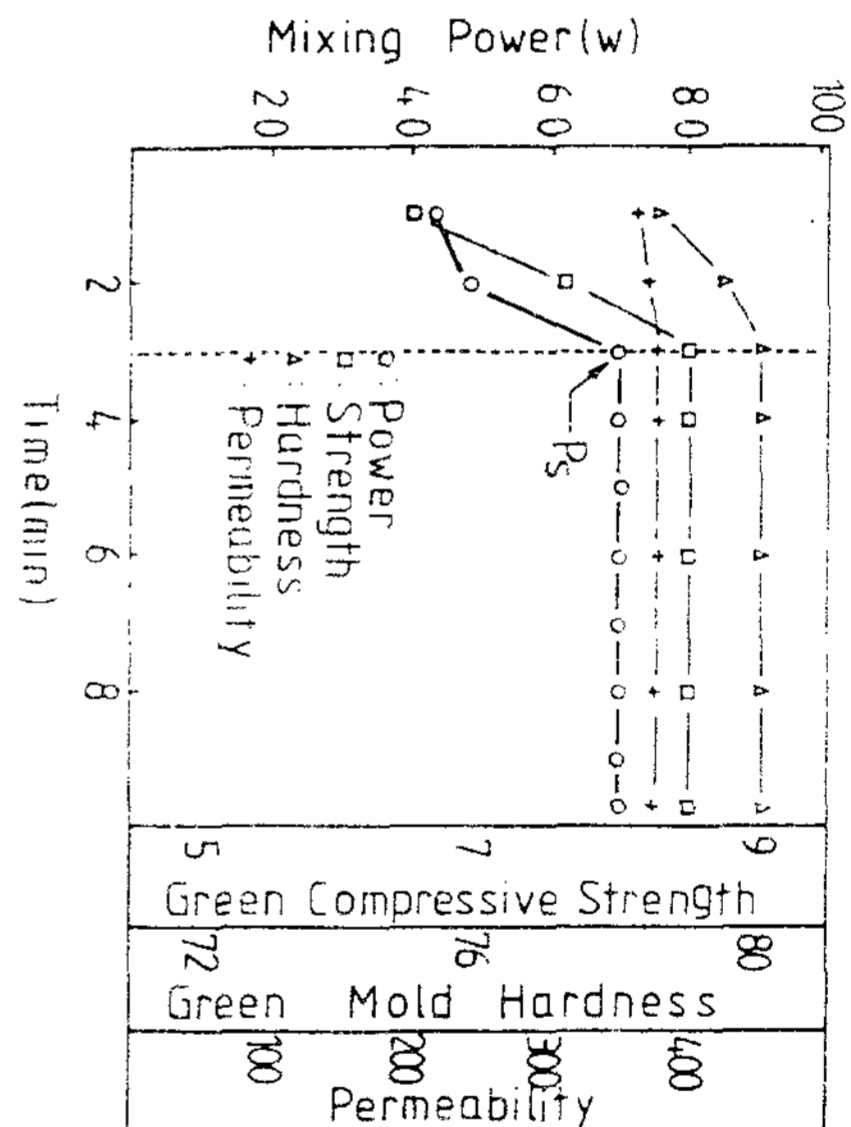


Fig. 8. Variation of mixing power and mechanical properties with the mixing time in synthetic sand. (moisture content; 6%, bentonite content; 7%, grain size; #4, Ps time; 3 min.)

3.3.2 혼련시간에 따른 혼련상태의 현미경관찰

혼사전력곡선에서 시간의 경과에 따라 혼련되어가는 과정을 시각적으로 살펴보기 위하여 전항(3.3.1)에서 언급한 혼련시간이 제일 긴것(7분)과 제일 짧은것(3분)의 혼련상태를 광학현미경을 사용해 100배로 관찰하여 Photo. 1과 2에 나타내었으며 또한 Ps시간이 중간인것(5분) 즉, #6인조규사에 7% bentonite와 6% 수분을 첨가한 것의 SEM사진을 500배로 관찰하여 혼사시간에 따른 혼사소요전력과 같이

Photo.3에 나타내었다.

Photo.1 및 Photo.2에서 인조규사는 백색으로 bentonite는 흑색으로 표시되는데 Ps 시간이 긴 Photo.1에서 살펴보면 혼련하지 않은 인조규사를 나타낸 A는 표면에 bentonite가 하나도 피복되지 않음을 알 수 있으며 혼사곡선에서 Ps 시간이 나타나는 시간 이전의 사진 즉, B(2분), C(3분) 및 D(4분)에서는 혼련시간의 경과와 더불어 bentonite의 피복량이 증가함을 보여 주고 있으나 Ps 시간의 사진 즉, E(7분)에서는 사립에 bentonite가 극히 균일하게 피복되어 있음을 볼 수 있다. 또 Ps 시간이 훨씬 경과한 F(10분)에서도 사진 E와 차이가 없음을 알 수 있다.

이와는 대조적으로 Photo.2에서도 Ps 시간의 사진(C)이전에서는 bentonite가 사립주의를 균일하게 피복하지 못하는데 반해 Ps 시간의 사진 즉, C(3분)

이후부터 D(4분), E(7분) 및 F(10분)에서는 bentonite가 사립주의를 극히 균일하게 피복하고 있음을 알 수가 있다. 또한 C(3분)와 F(10분)의 사진에서 bentonite 피복 정도의 차이가 거의 없었다.

그리고 Ps 시간이 중간정도(5분)인 것의 SEM 사진을 나타낸 Photo.3에서도 Ps 시간(5분)에서 bentonite가 균일하게 피복되어 있음을 볼 수 있는데 A(2분) 및 B(4분)에서는 사립주위에 bentonite가 균일하게 피복되어 있지 않음을 볼 수 있다.

이상과 같이 혼련시간에 따른 혼련상태의 광학현미경과 SEM관찰의 결과로부터 전항 3.3.1에서 기술한 Ps 시간에서 혼련이 완료된 상태라고 생각해도 좋다고 한 결과를 잘 뒷받침 해 주고 있다. 따라서 혼사 시간에 따른 Ps가 나타나는 시간이 바로 혼련완료시간이라 사려된다.

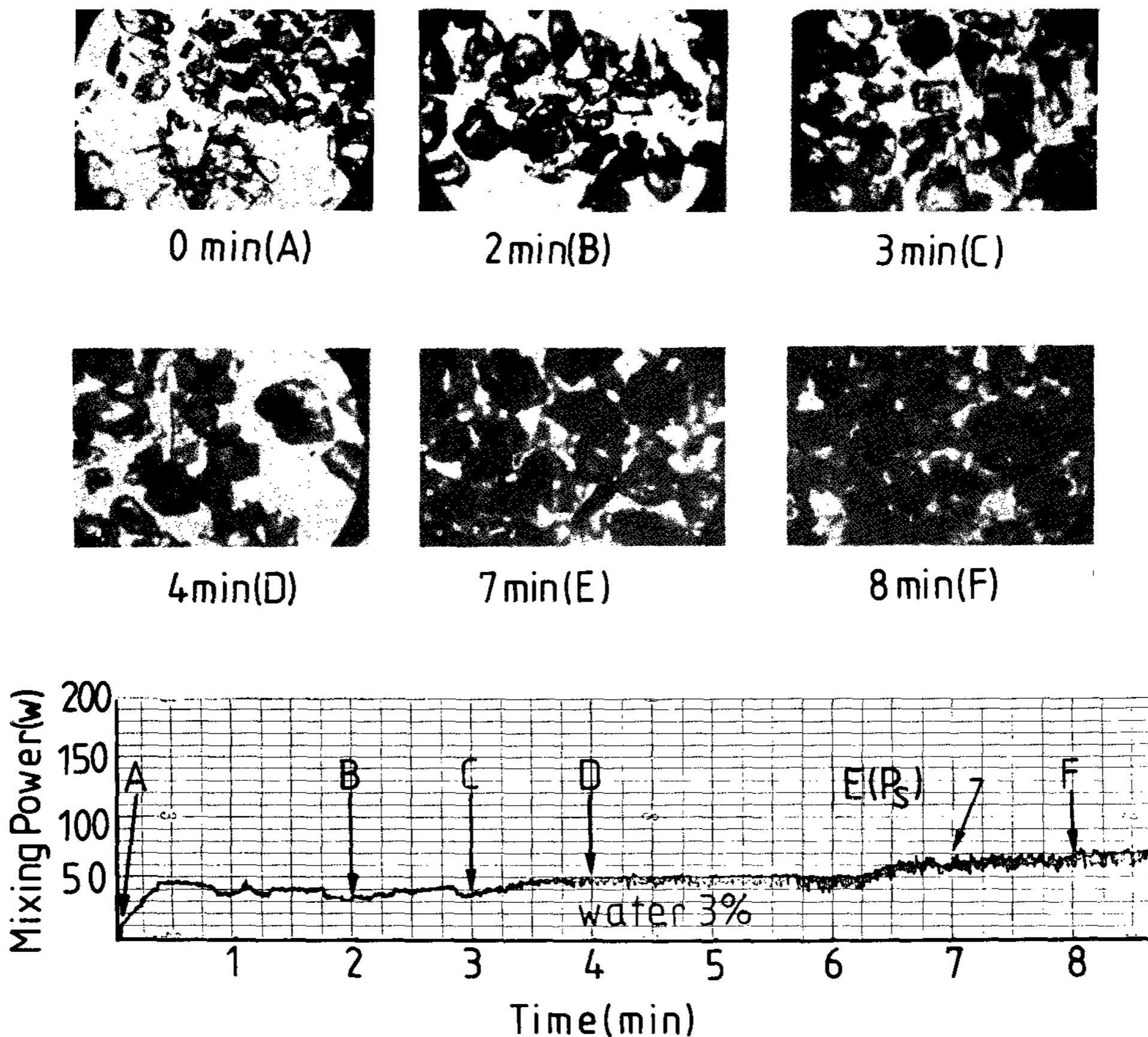


Photo 1. Optical micrographs of synthetic sand with the mixing time (X 100), (moisture content; 3%, bentonite content; 7%, grain size; #6)

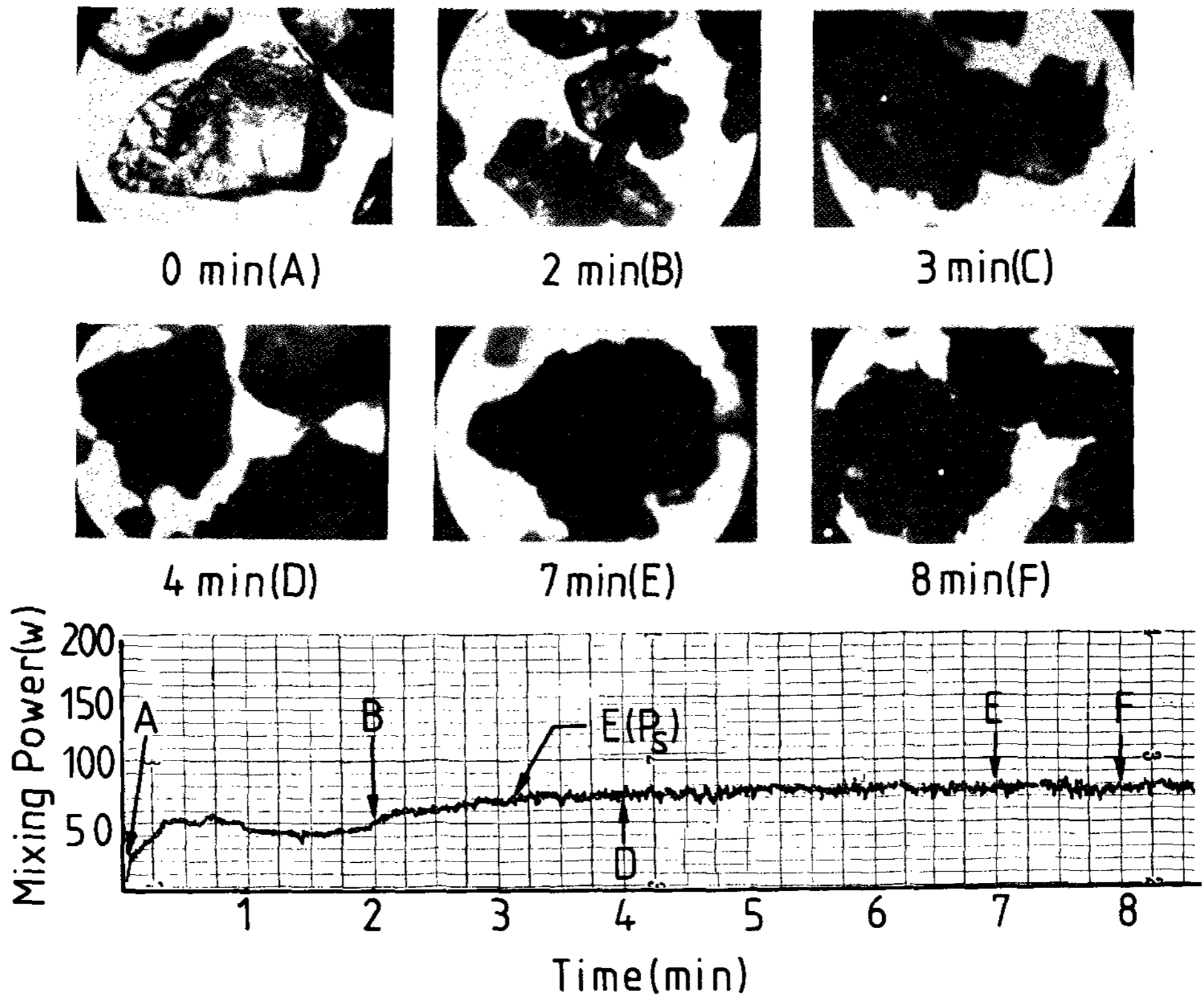


Photo 2. Optical micrographs of synthetic sand with the mixing time (X 100). (moisture content; 6%, bentonite content; 7%, grain size; #4)

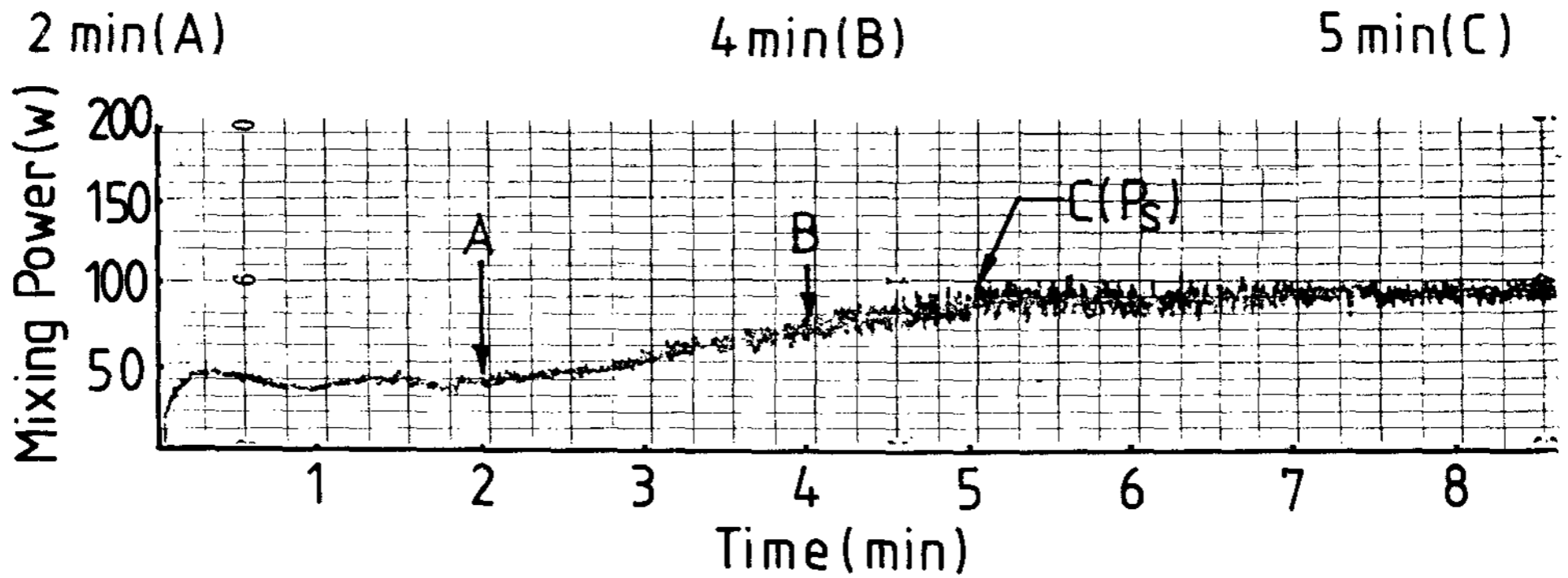
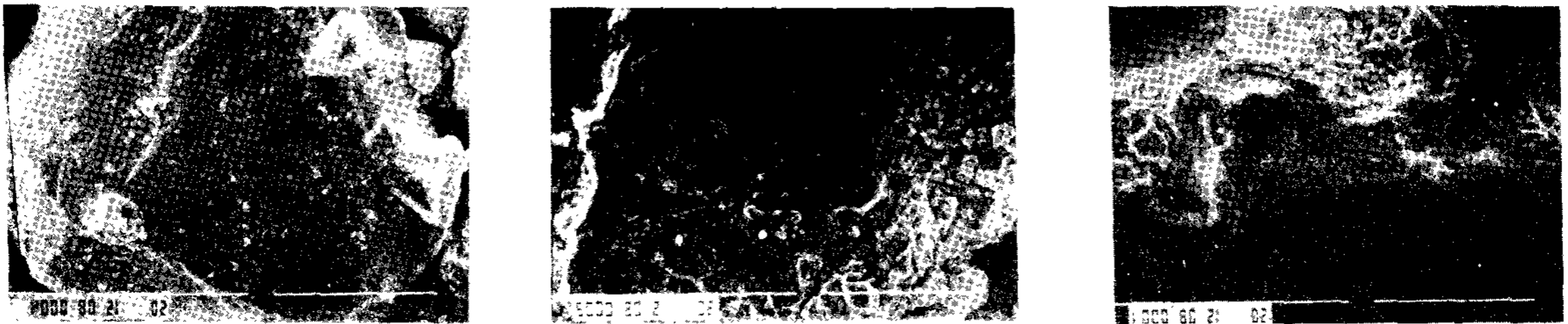


Photo 3. Scanning electron micrographs of synthetic silica sand with the mixing time (X 500, (moisture; 6%, bentonite; 7%, grain size; #6)



3.3.3 혼사전력변화에 의한 합성생형사의 혼련완료시간 결정

전술한 결과들 즉 Ps 시간이 나타나는 곳에서 기계적 성질들의 값들이 일정하게 된다는 사실 및 현미경 관찰에 의한 bentonite 피복상태들에 의해 Fig.3, Fig.4 및 Fig.5 에서 혼련완료시간 즉, Ps 시간을 측정하여 나타낸 것이 Fig.9 이다. 이 그림에서 보면 혼련완료시간은 수분과 bentonite의 첨가량이 증가할 수록 감소하고 입도가 미세할 수록 증가하는 것으로 나타났다. 또한 혼련완료시간에 미치는 수분, bentonite 및 입도의 영향중 수분의 영향이 제일 크고 bentonite의 영향이 중간이며 입도의 영향이 가장 적음을 알 수 있다.

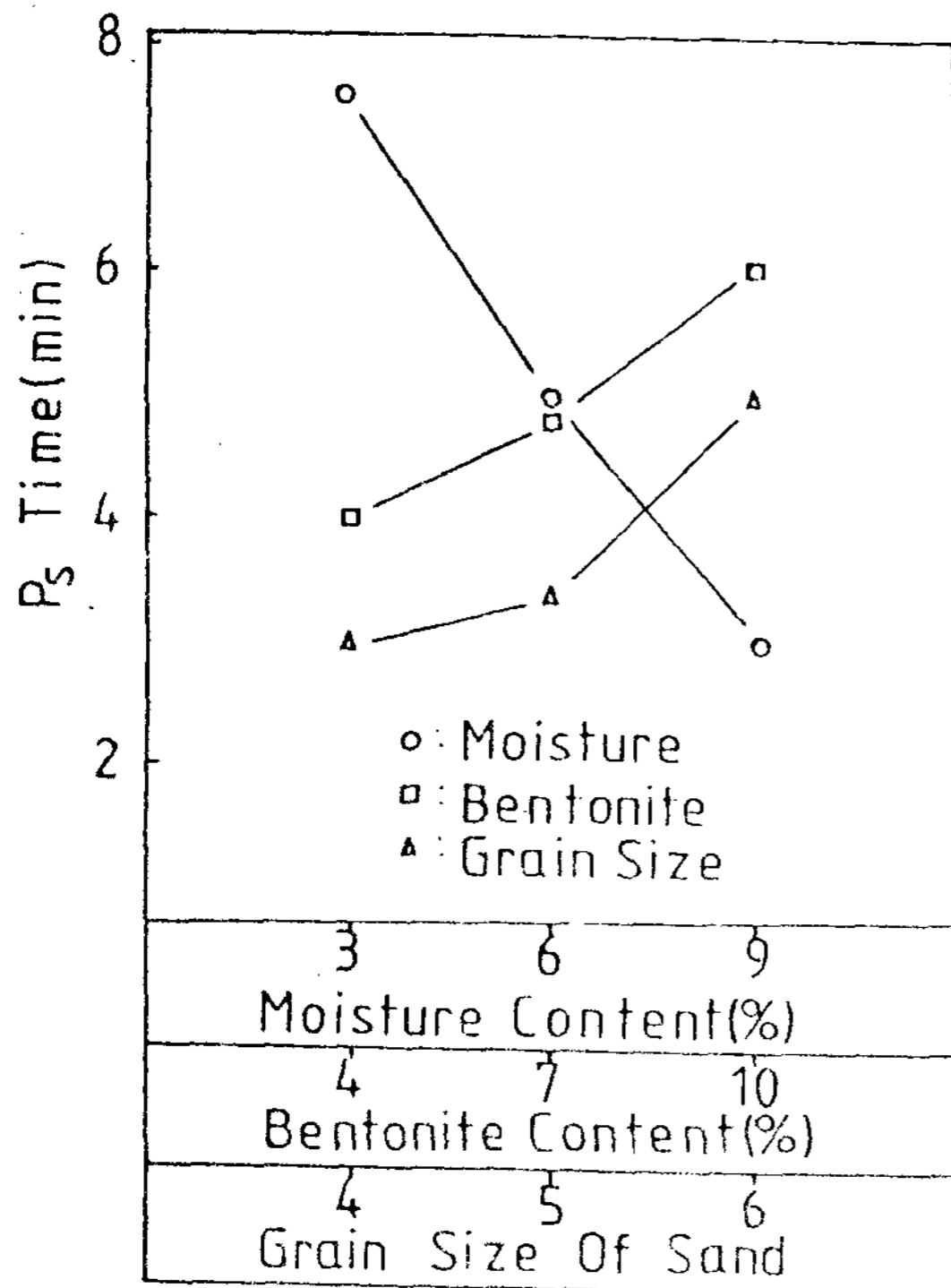


Fig.9. Relationship between mixing time and moisture, bentonite content and grain size.

4. 결 론

혼사시간에 따른 혼사전력에 미치는 사립의 크기 bentonite 및 수분의 영향을 전력곡선, 주물사의 기

계적 성질에 대한 시험결과 및 혼련시간에 따른 현미경관찰에 의하여 비교 검토한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 혼사전력계에 의하여 혼사사황을 연속적으로 판단할 수 있었다.
2. 혼사전력곡선에서 최적 혼사전력이 나타나는 시간이 혼련이 완료되는 시간이라 할 수 있었다.
3. 혼사전력은 입도가 미세할 수록 bentonite와 수분의 첨가량이 많을수록 증가하였다.
4. 혼련완료시간은 수분첨가량이 증가할 수록 감소하는 반면에 입도가 미세하고, bentonite첨가량이 증가할 수록 증가하였다.

참 고 문 헌

1. J.N.Lee : Foundry Engineering, Bosung, Korea (1980) p.155.
2. K.Terashita, K.Miyanami, H.Tsukaguehi: Proceeding of the 101 Japan Foundrymen's Society Conference (1981) p.81.
3. K.Derashita, D.Kimura: Proceeding of the Japan Cemical Engineering Society Conference (1957) p.181.
4. Sato & Yoshigawa : IMONO Vol.4 No.4 (1968) p.64.
5. T.Kimura, K.Miyanami : Proceeding of the 101 Japan Foundrymen's Society Conference (1982) p.57.
6. A.H.Zrimsek, R.W.Heine : A.F.S.Trans. Vol.63 (1955) p.57.
7. R.W.Heine, E.H.King, J.S.Schumacher : A.F.S.Trans. Vol.65 (1957) p.123.
8. C.E.Wenninger, W.J.Lang : A.F.S.Trans. Vol.67 (1960) p.39.
9. T.Ikushima, T.Mitsu: Proceeding of the 77 Japan Foundrymen's Society Conference (1978) p.249.
10. T.Yano, M.Sato, K.Terashita : Powder Technology Vol.20 (1978) p.9.
11. K.Kita : IMONO Vol.55 No.2 (1983) p.51.
12. K.Kita : IMONO Vol.54 No.10 (1982) p.33.