

## 도재의 부식정도에 따른 접합강도에 관한 실험적 연구

연세대학교 치과대학 보철학교실

조 경 · 이 호 용

### I. 서 론

치과용 도재의 표면을 불화수소산으로 부식처리하고 접합성 composite resin 을 이용하는 방법이 치과영역에 새로이 응용되고 있다.

구강 연조직에 대한 적합성이 좋고 심미적으로 우수한 도재는 의치용도치, porcelain laminate veneer, 도재소부전장금관, 도재재킷관 형태로 사용되어 왔으나 파절의 우려와 의치상 레진, 자연치아, 금속과의 낮은 접합성의 문제가 있었다.

Jochen 과 Caputo 는 의치용도치의 파절시 연마기구를 사용하거나 불화수소산으로 부식처리하여 파절면에 요철을 부여하여 회복시키는 방법에 대해 보고하였고<sup>29,30)</sup>, Newburg 와 Pameijer<sup>42)</sup>, Dent<sup>12)</sup>, Barreto 와 Bottaro<sup>1)</sup>는 도재소부전장금관의 파절시 Rehany 등<sup>50)</sup>은 도재재킷관의 파절시 파절면에 Silane coupling agent 를 도포하여 회복시키는 방법에 대해 보고하였으며, Highton 등<sup>21)</sup> Nowlin 등<sup>43)</sup> Ferrando 등<sup>17)</sup> Nayyar 등<sup>39)</sup>은 Silane coupling agent 를 사용하는 porcelain repair system 을 비교연구해 보고하였다.

파절치나 기형치의 심미적 회복을 위하여 Oppenheim 과 Ward<sup>45)</sup>는 composite resin 을 도포하였고 Faunce 와 Myers<sup>16)</sup> Ronk<sup>52,53)</sup>는 acrylic resin veneer 를 사용하였으나 마모 변색 접합성등의 문제가 있었다. 이에 Simonsen 과 Calamia 는 porcelain laminate veneer 를 불화수소산으로 부식처리함으로써 접합성을 개선시켰고<sup>4,60)</sup>, Horn<sup>25)</sup>, Calamia 와 Simonsen<sup>7)</sup>, Calamia<sup>5)</sup>, 이<sup>87)</sup>는 불화수소산과 Silane coupling agent 의 처리방법을 porcelain laminate veneer 에 도입시켜 임상응용이 가능한 접합력을 얻었다고 보고하였다.

접합촉진제인 Silane coupling agent 는 1960 년대 초 처음으로 상품에 소개되어 1963 년 composite resin 의 개발에 사용되었고<sup>42,43,44)</sup> 점차 확대 응용되었다. 의치용도치를 의치상 레진에 접착시<sup>34,47,56)</sup>, 파절된 도재의 회복시<sup>1,12,21,29,42,43,50)</sup>, 교정용 bracket 의 접착시<sup>18,38)</sup>, 와동 수복시<sup>8)</sup>, porcelain laminate veneer 접착시등<sup>5,7,25)</sup>에 응용되어 접합력이 증진되었고 변연누출은 감소되었다.

수복물의 유지력을 증진시키기 위해 치아의 산 부식법이 개발되었고, 부식치아, 부식후의 처리, 부식후의 전자 현미경 소견, 산의 농도에 대한 연구가 있어 왔으며<sup>2,36,48,49,58)</sup>, Silverstone 은 30 % 농도의 인산액에 의한 치아부식이 가장 바람직하다고 보고 하였다.<sup>61)</sup>

심미적 충전재인 composite resin 의 치수에 대한 자극성<sup>13)</sup> 마모성<sup>14,19)</sup> 표면조도<sup>65)</sup> 열팽창<sup>20)</sup> 수분흡수<sup>54)</sup> 저장<sup>31,55)</sup>에 대한 연구와 개발로 단점들이 보완되고 있으며 근래에는 접합성 composite resin 도 소개되었다.<sup>10)</sup>

치질삭제를 거의 하지않는 레진접착수복물로서 Rochett 는 1973 년<sup>61)</sup>, Howe 는 1977 년<sup>26)</sup>, Livaditis 는 1980년<sup>32)</sup>유지공을 부여한 금속구조물을 이용하였으나 접합력, 레진의 마모, 금속구조물의 파절등의 한계때문에 금속구조물의 전해부식법이 개발되었다. Tanaka 등<sup>64)</sup>은 1975 년 금속을 electrolytic pitting corrosion 처리하여, Livaditis 와 Thompson<sup>33)</sup>은 1982 년 금속을 전해부식시켜 필요한 유지부를 얻었다고 보고하였다.

불화수소산은 유리 와 도재를 부식시키는 중요한 특성이 있어 치과용 도재의 접합성 증진에 이용되었다. Calamia 등<sup>6)</sup>은 5 %, 7.5 %, 10 %의 불화수소산으로 2 분 30 초와 20 분간 도재부식시 접합강도를 비교연구해

보고했고, 김<sup>64)</sup>은 2.5%, 5%, 7.5%, 10%, 15%, 20%의 불화수소산에 의한 도재부식시 표면조도와 표면 성분비에 관해 보고했다. 고농도의 불화수소산은 휘발성과 증기의 부식성 때문에 인체에 유해하나 5% 정도로 희석된 불화수소산은 피부와 접촉시 별다른 유해작용이 없다.<sup>37)</sup> 이에 착안한 저지는 5% 불화수소산으로 부식시간을 달리하여 부식처리한 후 부식정도에 따른 부식양상을 주사전자 현미경으로 관찰하고, 부식된 도재표면에 접합촉진제인 Silane coupling agent를 도포하거나 도포하지 않은 후 접합성 composite resin인 BIS-GMA 계열의 Comspan이나 인산 ester 계열의 Panavia로 전해부식시킨 금속과 접착시킨 후 접합강도를 측정하여 상호 비교연구한 결과 지견을 얻었기에 보고하는 바이다.

## II. 연구재료 및 방법

### 가. 연구재료

본 연구에서 도재는 도재소부전장금관용 도재\*를, Silane coupling agent는 Silanit\*\*을, 접합성 composite resin으로서 BIS-GMA 계열의 Comspan\*\*\*과 인산 ester 계열의 Panavia\*를, 도재시편의 지지판과 금속시편의 금속은 Rexillium III\*\*를, 불화수소산은 50% 시약용 불화수소산\*\*\*을 증류수로 희석시켜 5%용액으로 제조해 사용하였다.

### 나. 연구방법

#### 1. 시편제작

##### (가) 도재시편

105개의 도재시편을 제작하기 위해 22 gauge she-

et wax로 깊이 2mm 내경 6mm의 원통과 직경 12mm의 원형을 만들어 원형 중앙에 원통의 한 끝을 붙여 치과용 고온인산염 매몰재로 매몰한 후 Ni - Cr - Be alloy인 Rexillium III로 주조하였다. 원통 내면을 산화알루미늄 포인트로 연마한 후 50 μm 산화알루미늄 분말로 blasting하고, 초음파 세척기에서 세척하여 금속지지판을 제작하였다. 금속지지판을 산화처리한 후 도재를 원통표면과 같은 평면이 되게 통법에 따라 축성하고 1차 소성 후 수축보상을 위해 재축성하고 2차 소성하였다. 400 grit의 산화알루미늄 연마지를 평면에 놓고 주수하에 일정방향으로 도재상면을 바닥과 평행하게 연마하고 10분간 초음파 세척기에서 세척 후 176° F에서 self glazing하여 도재시편을 제작하였다. 도재시편의 도재면을 바닥에 향하게 하여 base plate wax에 고정시킨다음 PVC ring의 한 끝에 붙이고 불포화 폴리에스텔 수지도로에 포매시켰다. 경화 후 도재면을 wax solvent와 95% methyl alcohol, 증류수로 세척하였다 (Fig.1).

#### (나) 금속시편

도재표면에 접착시킬 금속시편 100개는 base plate wax를 직경 6mm원형으로 만들어 12 gauge round wax로 고리를 만들어 달고 치과용 고온인산염 매몰재로 매몰한 후 Rexillium III로 주조하였다. 도재와 평행하게 접착시키기 위해 금속표면을 400 grit silicon carbide 연마지위에서 주수하에 일정방향으로 바닥과 평행하게 연마하고 세척하였다 (Fig.1).

#### 2. 시편처리

##### (가) 도재시편

105개의 시편을 21개씩 분류하여 처음 21개는 부

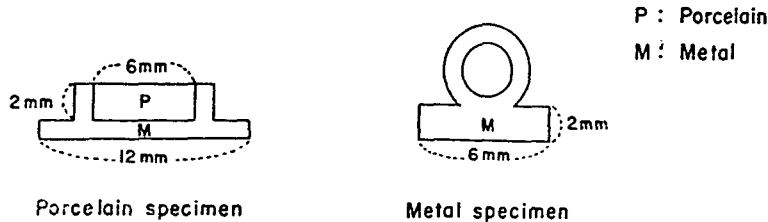


Fig. 1. Schematic representation of specimen.

\* Ceramco, Ceramco, Inc. (U.S.A.)

\*\* Silanit, Vivadent (LIECHTENSTEIN)

\*\*\* Comspan, L.D. Caulk Co. (U.S.A.)

\* Panavia, 주식회사 클라레 (JAPAN)

\*\* Rexillium III, Jeneric Industries (U.S.A.)

\*\*\* Hydrofluoric acid, Shinyo Pure Chemicals Co. (JAPAN)

식처리하지 않고 나머지는 21 개씩 추출하여 23 ℃ 항온기에서 온도조절한 5 % 농도의 불화수소산으로 2분 30초, 5분, 7분 30초, 10분간 부식시킨 후 흐르는 물에서 1분간 수세하였다.

(나) 금속시편

도재와 접착시킬 면을 전해부식시키기 위해 전극에 금속시편을 부착시키고 접합면을 제외한 나머지부위는 sticky wax 로 덮었다. 10 % 황산액에서 300mA/cm의 전류를 흐르게 하여 3분간 부식 후 흐르는 물에서 수세하고 18 % 염산액에 담구어 초음파 세척기에서 10분간 세척 후 흐르는 물에서 sticky wax 를 제거하였다. 균일한 회색의 접합면을 확인하고 아세톤에 보관하였다.

3. 접합강도 측정

준비된 100 개의 도재시편을 25 개씩 분류하여 1군은 Panavia 를, 2군은 Silane coupling agent 를 도포하고 Panavia 를, 3군은 Comspan 을, 4군은 Silane coupling agent 를 도포하고 Comspan 을 사용해 제조회사의 지시대로 전해부식시킨 금속시편과 접착시켰다 (Table 1).

접착시킨 시편은 8 kg중의 압축기에 올려놓고 10분간 경화시켰고, 이중 1군과 2군의 시편은 Oxyguard 로 공기를 차단한 후 경화시켰다 (Fig.2,3). 경화된 시편은 37 ℃ 물에 24시간 보관 후 인장강도 측정기 (Tensilon, Toyo DALDWIN Co.) 에서 cross head speed 2mm/min. 와 chart speed 100mm/min. 로 도재시편과 금속시편이 분리될때의 인장강도를 측정하였다 (Fig.4).

Table 1. Number of specimen of each group

Group	Bonding agent	Etching time (min.)	Specimen No.				
			Control	2.5	5	7.5	10
1	Panavia		5	5	5	5	5
2	Panavia $\bar{c}$ silane		5	5	5	5	5
3	Comspan		5	5	5	5	5
4	Comspan $\bar{c}$ silane		5	5	5	5	5
SEM			1	1	1	1	1

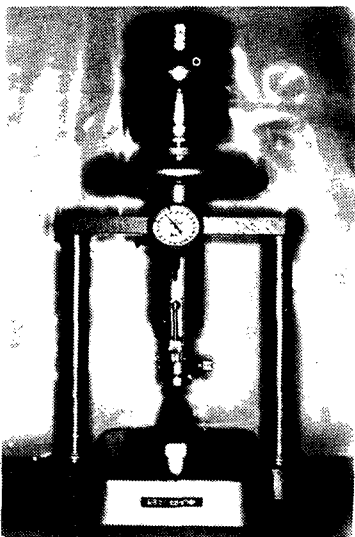


Fig. 2. Bonding with compressor

4. 주사전자 현미경 관찰

도재의 부식정도에 따른 부식양상을 관찰하기 위해 대조군과 5 % 불화수소산으로 2분 30초, 5분, 7분 30초, 10분간 부식처리한 도재시편 5개와 금속의 적합한 전해부식을 확인하기 위해 전해부식시킨 금속시편 1개를 주사전자 현미경으로 관찰하였다.

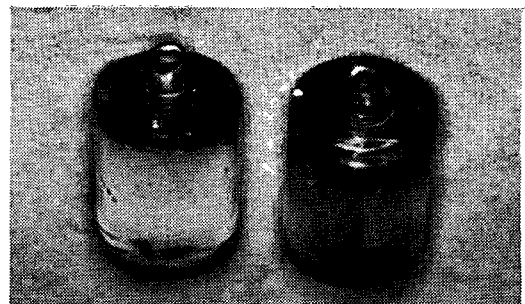


Fig. 3. Specimen after bonding

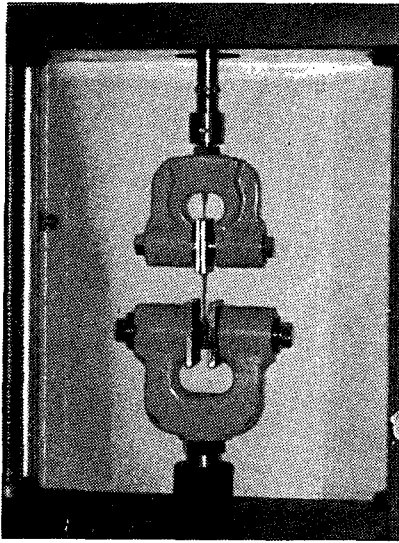


Fig. 4. Testing bond strength with the Tensilon machine

### Ⅲ. 연구성적

#### 가. 접합강도

부식정도에 따른 각군의 접합강도의 평균값은 Table 2 와 같으며 각군의 접합강도와 부식시간의 상관관계를 파악하기위해 직선회귀방정식을 구하고 유의성 검정 및 분포양상을 보았다 (Table 3, Fig.5).

10분간 부식처리하고 Silane coupling agent 를 도포한 후 Comspan 을 사용한 시편의 접합강도가 18.38

Mpa로 가장 컸고, 부식처리하지 않고 Panavia 를 사용한 시편의 접합강도가 0.22 MPa 로 가장 작았다. 접합강도는 모든군에서 유의적 차가 있었으며 ( $P < 0.01$ ), 모든군의 접합강도는 부식시간 경과에 따라 뚜렷이 증가하였고, Silane coupling agent 를 도포한 2,4 군의 접합강도는 도포하지 않은 1,3군의 접합강도보다 컸다. 특히 대조군에서 Silane coupling agent 를 도포한 2,4 군의 접합강도가 도포하지 않은 1,3군의 접합강도보다 월등히 컸다. 부식시간 경과에 따른 접합강도의 증가율은 Silane coupling agent 를 도포한 2,4 군이 도포하지 않은 1,3군보다 낮았다. Comspan 을 사용한 3,4 군의 접합강도가 Panavia 를 사용한 1,2 군의 접합강도보다 컸다.

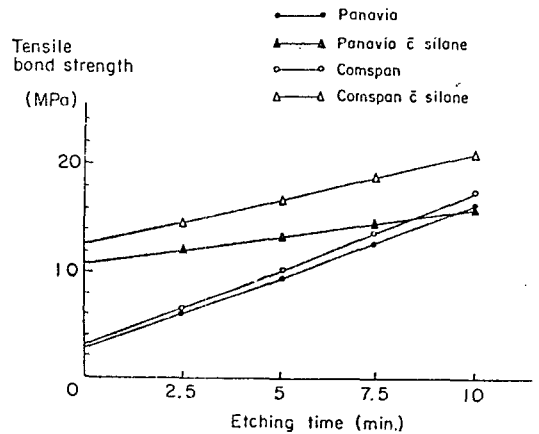


Fig. 5. Bond strength related to etching time.

Table 2. Bond strength between porcelain and metal

Group	Bonding agent	Etching time (min.)	Bond strength mean (MPa)					Total mean	S.D.
			Control	2.5	5	7.5	10		
1	Panavia	0.22	8.11	11.50	13.43	14.44	9.54	5.34	
2	Panavia + silane	10.38	11.54	14.62	16.15	14.55	13.43	2.65	
3	Comspan	0.63	7.79	13.24	14.01	15.38	10.21	5.64	
4	Comspan + silane	11.75	15.33	16.32	17.43	18.38	15.84	2.59	
Total mean			5.75	10.69	13.92	15.26	15.69	12.26	4.95
S.D.			5.52	3.31	2.23	2.13	2.12		

Table 3. Linear regression equation

Group	Regression equation	r	r <sup>2</sup>	F Value	P Value
1	2.79 + 1.35 Time	0.91	0.83	115.26	<0.01
2	10.85 + 0.52 Time	0.71	0.50	22.96	<0.01
3	3.07 + 1.43 Time	0.91	0.83	117.35	<0.01
4	12.77 + 0.61 Time	0.86	0.74	63.67	<0.01

Table 4. F-test and homogeneous subset to the bond strength

Etching time (min.)	F Value	P Value	Homogeneous subsets		
			subset 1	subset 2	subset 3
0	354.67	<0.01	1 - 3	2	4
2.5	45.51	<0.01	3 - 1	2	4
5	10.79	<0.01	1 - 3	3 - 2	2 - 4
7.5	8.16	<0.01	1 - 3	2 - 4	
10	7.86	<0.01	1 - 2 - 3		
All	11.64	<0.01	1 - 3	2 - 4	

각 부식시간의 접합강도간의 다중범위검정에서 Duncan 사 방식을 이용했고 homogeneous subset 으로 분류했다 (Table 4). 각 부식시간간의 접합강도는 유의적 차이가 있었으며 (P<0.01), 각 부식시간에서 1,3군의 접합강도가 유사하게 나타났고 모든 부식시간에서는 1,3군과 2,4군의 접합강도가 유사하게 나타나 Silane coupling agent 의 도포여부에 따른 접합강도의 차이가 뚜렷함을 알 수 있었다.

나. 주사전자 현미경 관찰

1. 도재시편

매조군은 비교적 고른 표면을 나타냈으나 (Fig.7a), 2분 30초간 부식처리한 경우 표면에 pore 가 보였고 (Fig.7b), 5분간 부식처리한 경우 pore 의 수와 크기가 증가하였고 (Fig.7c), 7분 30초간 부식처리한 경우 pore 의 수와 크기가 더욱 증가하였으며 (Fig.7d), 10분간 부식처리한 경우 전표면에 뚜렷이 부식된 양상을 보여 (Fig.7e) 부식시간 경과에 따라 도재의 부식이 증가되었음을 알 수 있었다.

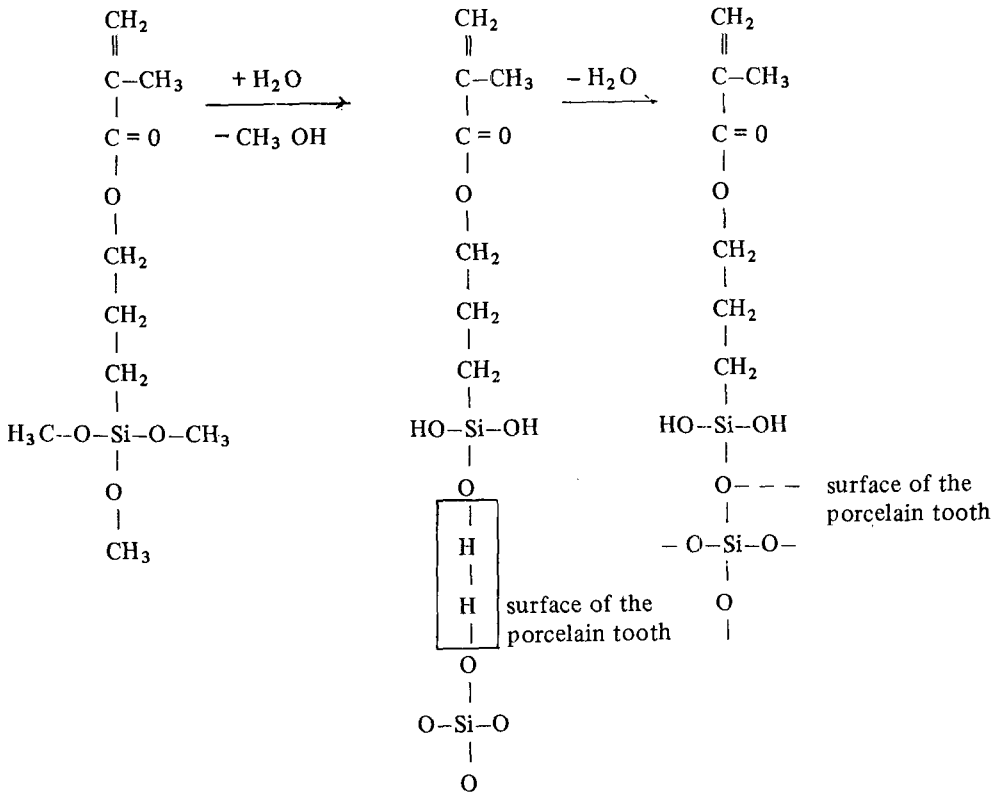
2. 금속시편

전해부식시킨 금속시편의 표면은 수지상 구조의 주변이 부식된 양상을 보여 금속시편이 적합하게 전해부식되었음을 알 수 있었다.

IV. 총괄 및 고찰

부식처리한 도재표면에 Silane coupling agent 를 포함으로써 접합성을 증진시켜 임상에 응용되고 있다. 이 Silane coupling agent 는 접합촉진제로 고체표면에 흡착되어 표면을 변화시켜 화학적 과정과 물리적 과정을 통해 상호작용을 촉진시키며 표면에 흡착되지 않은 부위는 수복물에 쉽게 젖어드는 특징을 갖는다.<sup>21)</sup> Silane coupling agent 중에서 r-methacryl oxypropyl trimethoxy Silane 이 널리 사용되고 있으며 다음과 같이 도재의 Silica 와 반응한다.<sup>47)</sup>

Composite resin 무기충진제의 표면에 Silane



coupling agent 를 도포하여 레진기질과 접합이 증진되었고<sup>35,44)</sup>, 의치용도치 표면에 Silane coupling agent 를 도포하여 의치상 레진과 접합이 증진되고 변연누출이 감소되었다<sup>47,66)</sup>. Myerson<sup>40)</sup>은 Silane coupling agent 를 도포한 의치용도치와 자가중합 의치상 레진의 접합력이 열중합 의치상 레진의 접합력보다 커 열변화가 Silane coupling agent 에 영향을 끼친다고 보고하였다. 본 실험에서 대조군의 도재에 Silane coupling agent 를 도포하고 composite resin 으로 전해부식시킨 금속시편과 접착 후 분리시켰을때 도재가 파절되면서 분리되었는데 이는 도재와 레진의 접합이 도재보다 더 강하다고 보고한 Newburg 와 Pameijer 의 보고와 일치하였다.<sup>42)</sup>

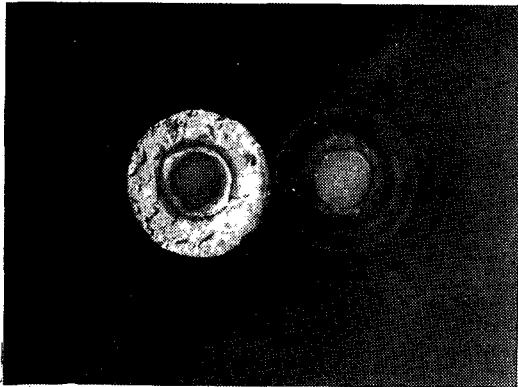
불화수소산은 거의 모든 금속에 부식작용이 있으나 철과 아연에 약간의 부식작용이 있고 금, 백금, 구리, 은은 비교적 안정하다.<sup>37)</sup> 불화수소산의 유리와 도재를 부식시키는 특성을 이용해<sup>37)</sup>치과용 도재표면에 요철을 형성하거나 도재재킷관 내면의 백금박을 제거하며,<sup>28)</sup> 유리기구를 세척하는데 사용되고 있다.<sup>59)</sup>

도재에 불화수소산과 Silane coupling agent 를 사용하는 방법이 널리 연구 보고되었다. 도재의 파절시 불

화수소산이나 Silane coupling agent 를 사용해 충분한 접합력을 얻었다는 보고가 있었고<sup>1, 12, 17, 21, 30, 41, 42, 43)</sup>, 근래에는 porcelain laminate veneer 를 불화수소산이나 불화수소산과 Silane coupling agent 를 사용해 접착시키는 방법이 소개되었다.<sup>3, 4, 25)</sup> 도재의 표면에 불화수소산과 Silane coupling agent 를 사용해 Calamia 와 Simonsen<sup>7)</sup>은 2078psi 의 인장강도를, Hsu<sup>27)</sup>는 3485 psi 의 비틀림 결합강도를, 이<sup>67)</sup>는 3747 psi 의 인장강도를 얻어 임상적용이 가능하다고 보고하였다. 김<sup>64)</sup>은 불화수소산에 의한 도재부식시 부식시간이 경과함에 따라 도재의 표면조도가 증가하고 10% 이상의 농도에서 원소 Si 가 감소한다고 보고하였다. Calamia<sup>4)</sup>는 도재를 불화수소산 대응품인 Stripit 로 2분 30초, 5분, 10분, 20분간 부식처리시 부식시간 경과에 따라 인장강도가 증가하였고, 도재와 레진이 한꺼번에 파절되어 도재와 레진의 결합이 개개보다 강하다고 보고하였다. Calamia 등<sup>6)</sup>은 도재부식시 Feldspar type 의 도재의 접합강도가 Aluminous porcelain 보다 크고, 도재와 레진의 접합이 법랑질과 레진의 접합보다 크다고 보고하였다. Calamia 와 Simonsen<sup>7)</sup>은 대조군과 부식처리한 군과 부식처리하고 Silane coupling agent

를 도포한 군의 접합강도를 비교연구한 결과 부식처리하고 Silane coupling agent 를 도포한 군의 접합강도가 가장 컸다고 보고하였다.

본 실험에서 5% 불화수소산으로 부식처리한 도재를 주사전자 현미경에서 관찰하였을때 부식시간 경과에 따라 부식되어 형성된 pore 가 점차 증가하여 10분간 부식시에는 도재의 전표면에 부식된 양상을 보여 10분까지 부식처리하여 접합강도를 측정하였던바 접합강도는 부식시간이 경과함에 따라 증가하였으며 Silane coupling agent 도포군이 도포하지 않은군보다 강한 접합력을 보여 Calamia와 Simonsen의 보고와 일치하였고<sup>4,7)</sup>, 분리면을 조사한 바 대부분 도재가 파절된 양상을 볼 수 있었고 대조군에 Silane coupling agent 를 도포하지 않은 시편에서만 도재와 레진의 계면에서 분리된 양상을 관찰할 수 있어 Calamia와 Simonsen 등의 보고와 일치하였다<sup>4,6,7)</sup> (Fig.6).



유사하게 치수에 자극을 주며<sup>13)</sup> bonding agent 를 사용하면 변연누출이 적고 접합력이 증진된다.<sup>46,49)</sup> 그러나 Hormati 등<sup>24)</sup>은 bonding agent 를 과다하게 사용하면 수복물의 변연이 변색되고 마모저항이 감소되고 부피의 안정성이 낮아지고 경화수축이 커지므로 과다량은 제거해야한다고 보고하였다. Composite resin 은 고온에서 장기간 저장시 개시제가 파괴되어 경화가 지연되고 불규칙한 경화로 기계적 물리적 특성이 감소되므로 유효기간내에 사용해야하며 냉장보관하는게 유리하다.<sup>31)</sup>

본 연구에서 사용한 Comspan은 BIS-GMA 계열의 composite resin으로 two paste system이며 레진접착수복물을 위해 개발되어 충전제 양이 적고(약65%), 충전제의 입자크기가 작고, 25 μm의 얇은 피막두께를 가져 수복물이 완전히 위치될 수 있으나 인장강도와 마모저항이 낮은 편이다.<sup>61)</sup> Panavia는 인산 ester 제 단

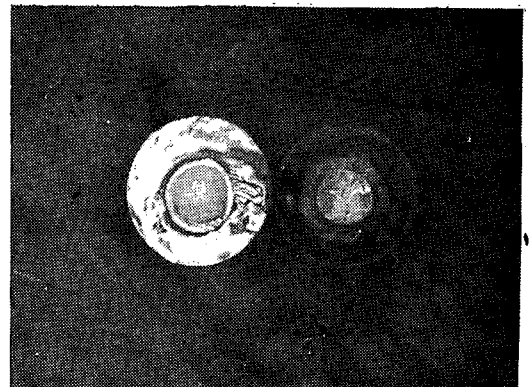


Fig. 6. Separate specimen surface

도재는 원자가 공유결합과 이온결합을 하는 결정체로 강력한 결합때문에 안정성이 높고 경도가 크고 탄성율이 높고 열과 화학물질에 대한 저항이 크지만 깨지기 쉬운 특성을 가지고 있다.<sup>39)</sup> Alumina crystal 을 50% 첨가하여 40% 정도의 강도가 증진된 Aluminous porcelain은 porcelain laminate veneer 와 도재재킷관의 core 로 사용되고 있다.<sup>57)</sup> Hobo<sup>22,23)</sup>는 종래의 도재와 성분, 제작방법이 다른 주조성 apatite ceramic 을 개발하여 소개하였다.

접합재는 범람질이나 상아질, 수복물에 결합하고 기능적 저작압에 견디고 유지형태가 없이도 수복물을 제 위치에 유지시킬 수 있어야 한다.<sup>9)</sup> 접합성 레진은 대부분 BIS-GMA에 기초하고 무기충진제가 보강된 composite resin이다. Composite resin은 비충진레진보다 물리적 기계적 특성이 좋고<sup>11)</sup>, silicate 와

량체를 접착성분으로 배합한 다관능성 metacrylate 의 액체와 무기충진제가 대량 들어있는 분제로 구성되어 기계적 강도가 높고 중합수축과 흡수성이 적으며 경화개시전까지 점도가 일정하고 조작성이 양호하며 19μm의 피막두께를 가지고 험기성의 경화특성을 가져 접합 후 과다한 접합재의 제거가 용이하다.<sup>66)</sup>

레진접착수복물의 금속을 전해부식시켜 유지력을 얻으려는 시도로 1975년 Tanaka 등<sup>62)</sup>은 Ni-Cr-Cu alloy를 5% 염화나트륨용액에 5분간 electrolytic pitting corrosion시켜 resin facing 유지에 필요한 침와를 얻으려 시도했고 Livaditis와 Thompson<sup>33)</sup>은 Biobond를 0.5 N 질산용액에서 250 mA/cm<sup>2</sup>의 전류를 5분간 흘려 전해부식시킨 후 주사전자 현미경에서 수지상간 구조의 부식을 확인했다고 보고하였다. Thompson 등<sup>63)</sup>은 Biobond C & B와 Rexillum III의 전해

부식법을 발표했다. 그들은 Rexillum III를 10% 황산용액에서 300 mA/cm<sup>2</sup>의 전류를 3분간 흘린 후 18% 염산용액에 담구어 10분간 초음파 세척기에서 세척 후 주사전자 현미경에서 관찰한 결과 high Beryllium content interdendritic eutectic이 제거되어 생긴 3차원적 요철면의 큰 유지부와 수지상내 gamma prime phase의 일부가 제거되어 생긴 작은 유지부를 확인함으로써 접합면이 증가되어 레진접합이 가능하다고 보고하였다.<sup>61)</sup> Eshleman 등<sup>15)</sup>은 3분 제속가공의치의 유지력을 비교연구하여 전해부식시킨 레진접착수복물의 유지력이 3/4 금관의 유지력<sup>34)</sup>보다 크다고 보고하였다. 본 연구에서 도재의 부식정도와 Silane coupling agent 사용에 따른 접합강도를 관찰하고자 부식처리한 도재와 전해부식시킨 금속을 접착시켜 연구했으나 부식처리한 도재와 산부식시킨 치아, 아크릴 레진과의 접합에 관한 연구가 더 진행되어 임상에 도움이 되어야 하겠다.

## V. 결 론

5% 불화수소산에 의한 도재의 부식정도와 Silane coupling agent의 도포여부, 접합성 composite resin의 종류에 따른 도재의 접합강도를 측정하고 도재의 부식정도를 관찰하기 위해, 105개의 도재시편을 제작하여 대조군과 실험군으로 5% 불화수소산을 이용하여 2분 30초, 5분, 7분 30초, 10분간 부식처리하였고, 부식정도를 주사전자 현미경으로 관찰하였다. 100개의 도재시편은 25개씩 추출하여 1군은 Panavia로 2군은 Silane coupling agent 도포 후 Panavia로 3군은 Comspan으로 4군은 Silane coupling agent 도포 후 Comspan으로 전해부식시킨 금속시편에 접착 후 인장강도 측정기에서 분리시험을 실행한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 5% 불화수소산에 의한 도재의 뚜렷한 부식양상이 주사전자 현미경에 의해 관찰되었다.
2. 전해부식시킨 금속면에서 수지상구조의 주변이 부식된 양상이 주사전자 현미경에 의해 관찰되었다.
3. 모든군의 접합강도는 부식시간 경과에 따라 뚜렷이 증가하였고, 모든군에서 유의적 차이가 있었다 ( $P < 0.01$ ).
4. Silane coupling agent를 도포한 군의 접합강도는 도포하지 않은 군보다 컸다.
5. 부식시간 경과에 따른 접합강도의 증가율은 Silane coupling agent 도포군이 도포하지 않은 군보다 낮았다.

6. Comspan 사용군의 접합강도가 Panavia 사용군의 접합강도보다 컸다.

## REFERENCES

1. Barreto, M.T., and Bottaro, B.F.: A practical approach to porcelain repair, *J. Prosthet. Dent.*, 48: 349, 1982.
2. Beech, D.R., and Jalaly, T.: Bonding of polymers to enamel: Influence of deposits formed during etching, etching time and period of water immersion, *J. Dent. Res.*, 59: 1156, 1980.
3. Boyer, D.B., and Chalkley, Y.: Bonding between acrylic laminates and composite resin, *J. Dent. Res.*, 61: 489, 1982.
4. Calamia, J.R.: Etched porcelain facial veneers: A new treatment modality based on scientific and clinical evidence, *N.Y. J. Dent.*, 53: 255, 1983.
5. \_\_\_\_\_: Etched porcelain veneers: The current state of the art, *Quint. Int.*, 16: 5, 1985.
6. Calamia, J.R., et al.: Shear bond strength of etched porcelain, *J. Dent. Res.*, 65: 296, 1985.
7. Calamia, J.R., and Simonsen, R.J.: Effect of coupling agents on bond strength of etched porcelain, *J. Dent. Res.*, 67: 179, 1984.
8. Chandler, H.H., et al.: Clinical evaluation of a tooth-restoration coupling agent, *J. Am. Dent. Assoc.*, 88: 114, 1974.
9. Council on dental materials and devices: Council statement claims related to "adhesion" or to "adhesive" restorative materials, *J. Am. Dent. Assoc.*, 88: 393, 1974.
10. \_\_\_\_\_: Polymers used in dentistry: Part II. Resins containing BIS-GMA: coating and cementing uses, *J. Am. Dent. Assoc.*,



- 90: 841, 1975.
11. Dennison, J.B., and Craig, R.G.: Physical properties and finished surface texture of composite restorative resins, *J. Am. Dent. Assoc.*, 85: 101, 1972.
  12. Dent, R.J.: Repair of porcelain-fused-to-metal restorations, *J. Prosthet. Dent.*, 41: 661, 1979.
  13. Dickey, D.M., El-Kafrawy, A.H., and Mitchell, D.F.: Clinical and microscopic pulp response to a composite restorative material, *J. Am. Dent. Assoc.*, 88: 108, 1974.
  14. Draughn, R.A., and Harrison, A.: Relationship between abrasive wear and microstructure of composite resins, *J. Prosthet. Dent.*, 40: 220, 1978.
  15. Eshleman, J.R., Moon, P.C., and Barnes, R.F.: Clinical evaluation of cast metal resin-bonded anterior fixed partial dentures, *J. Prosthet. Dent.*, 51: 761, 1984.
  16. Faunce, F.R., and Myers, D.R.: Laminate veneer restoration of permanent incisors, *J. Am. Dent. Assoc.*, 93: 790, 1976.
  17. Ferrando, J.P., et al.: Tensile strength and microleakage of porcelain repair materials, *J. Prosthet. Dent.*, 50: 44, 1983.
  18. Ghassemi-Tary, B.: Direct bonding to porcelain: An in vitro study, *Am. J. Orthod.*, 76: 80, 1979.
  19. Harrison, A., and Draughn, R.A.: Abrasive wear, tensile strength, and hardness of dental composite resins—is there a relationship? *J. Prosthet. Dent.*, 36: 395, 1976.
  20. Hashinger, D.T., and Fairhurst, C.W.: Thermal expansion and filler content of composite resins, *J. Prosthet. Dent.*, 52: 506, 1984.
  21. Highton, R.M., Caputo, A.A., and Matyas, J.: Effectiveness of porcelain repair systems, *J. Prosthet. Dent.*, 42: 3, 1979.
  22. Hobo, S., and Iwata, T.: A new laminate veneer technique using a castable apatite ceramic material. I. Theoretical considerations, *Quint. Int.*, 7: 451, 1985.
  23. \_\_\_\_\_: A new laminate veneer technique using a castable apatite ceramic material. II. Practical procedures, *Quint. Int.*, 8: 509, 1985.
  24. Hormati, A.A., Denehy, G.E., and Fuller, J.L.: Retentiveness of enamel-resin bonds using unfilled and filled resins, *J. Prosthet. Dent.*, 47: 502, 1982.
  25. Horn, H.R.: Procelain laminate veneers bonded to etched enamel, *Dent. Clin. N. Am.*, 27: 671, 1983.
  26. Howe, D.F., and Denehy, G.E.: Anterior fixed partial dentures utilizing the acid-etch technique and a cast metal framework, *J. Prosthet. Dent.*, 37: 29, 1977.
  27. Hsu, C.S.: Shear bond strength of resin to etched porcelain, *J. Dent. Res.*, 66: 296, 1985.
  28. Hussain, M.A., Bradford, E.W., and Charlton, G.: Effect of etching on the strength of aluminous porcelain jacket crowns, *Br. Dent. J.*, 147: 89, 1979.
  29. Jochen, D.G.: Repair of fractured porcelain denture teeth, *J. Prosthet. Dent.*, 29: 228, 1973.
  30. Jochen, D.G., and Caputo, A.A.: Composite resin repair of porcelain denture teeth, *J. Prosthet. Dent.*, 38: 673, 1977.
  31. Lange, C., Bausch, J.R., and Davidson, C.L.: The influence of shelf life and storage conditions on some properties of composite resins, *J. Prosthet. Dent.*, 49: 349, 1983.
  32. Livaditis, G.J.: Cast metal resin-bonded retainers for posterior teeth, *J. Am. Dent. Assoc.*, 101: 926, 1980.
  33. Livaditis, G.J., and Thompson, V.P.: Etched castings: An improved retentive mechanism for resin-bonded retainers, *J. Prosthet. Dent.*, 47: 52, 1982.
  34. Lorey, R.E., and Myers, G.E.: The retentive qualities of bridge retainers, *J. Am. Dent. Assoc.*, 76: 568, 1968.
  35. Lutz, F., and Phillips, R.W.: A classification and evaluation of composite resin systems, *J. Prosthet. Dent.*, 50: 480, 1983.
  36. Manson-Rahemtulla, B., Retief, D.H., and Jamison, H.C.: Effect of concentrations of phosphoric acid on enamel dissolution, *J. Prosthet. Dent.*, 51: 495, 1984.
  37. Mellor, J.W.: A comprehensive treatise on inorganic and theoretical chemistry, Long-

- man-Green Co., 1947.
38. Miura, F., Nakagawa, K., and Masuhara, E.: New direct bonding system for plastic brackets, *Am. J. Orthod.*, 59: 350, 1971.
  39. McLean, J.W.: The science and art of dental ceramics, Vol. 1.: The nature of dental ceramics and their clinical use, Quintessence Publishing Co., Chicago, 1979.
  40. Myerson, R.L.: Effects of silane bonding of acrylic resins to porcelain on porcelain structure, *J. Am. Dent. Assoc.*, 78: 113, 1969.
  41. Nayyar, A., Wenner, K., and Kincaid, J.: Bond strength of four porcelain repair systems, *J. Dent. Res.*, 65: 296, 1985.
  42. Newburg, R., and Pameijer, C.H.: Composite resins bonded to porcelain with silane solution, *J. Am. Dent. Assoc.*, 96: 288, 1978.
  43. Nowlin, T.P., and Barghi, N., and Norling, B.K.: Evaluation of the bonding of three porcelain repair systems, *J. Prosthet Dent.*, 46: 516, 1981.
  44. O'Brien, W.J., and Ryge, G.: An outline of dental materials and their selection, W.B. Saunders Co., Philadelphia, 1978.
  45. Oppenheim, M.N., and Ward, G.T.: The restoration of fractured incisors using a pit and fissure sealant resin and composite material, *J. Am. Dent. Assoc.*, 89: 365, 1974.
  46. Ortiz, R.F., et al.: Effect of composite resin bond agent on microleakage and bond strength, *J. Prosthet. Dent.*, 41: 51, 1979.
  47. Paffenbarger, G.C., Sweeney, W.T., and Bowen, R.L.: Bonding porcelain teeth to acrylic resin denture bases, *J. Am. Dent. Assoc.*, 74: 1018, 1967.
  48. Pahlavan, A., Dennison, J.B., and Charbeneau, G.T.: Penetration of restorative resins into acid-etched human enamel, *J. Am. Dent. Assoc.*, 93: 1170, 1976.
  49. Prévost, A.P., Fuller, J.L., and Peterson, L.C.: Composite and intermediate resin tag formation in acid-etched enamel: A scanning electron microscopy evaluation, *J. Prosthet. Dent.*, 52: 204, 1984.
  50. Rehany, A., Zalkind, M., and Revah, A.: Repair of fractured porcelain jacket crowns with a composite resin, *J. Prosthet. Dent.*, 46: 455, 1981.
  51. Rochette, A.L.: Attachment of a splint to enamel of lower anterior teeth, *J. Prosthet. Dent.*, 30: 419, 1973.
  52. Ronk, S.L.: Dental laminates: Which technique?, *J. Am. Dent. Assoc.*, 102: 186, 1981.
  53. \_\_\_\_\_: Dental lamination: Clinical problems and solutions, *J. Am. Dent. Assoc.*, 104: 844, 1982.
  54. Roulet, J., and Wälti, C.: Influence of oral fluid on composite resin and glass-ionomer cement, *J. Prosthet. Dent.*, 52: 182, 1984.
  55. Schutt, N.L., et al.: Effect of storage time and temperature on the setting times of two composite resins, *J. Prosthet. Dent.*, 47: 407, 1982.
  56. Semmelman, J.O., and Kulp, P.R.: Silane bonding porcelain teeth to acrylic, *J. Am. Dent. Assoc.*, 76: 69, 1968.
  57. Sherrill, C.A., and O'Brien, W.J.: Transverse strength of aluminous and feldspathic porcelain, *J. Dent. Res.*, 53: 683, 1974.
  58. Sheykholeslam, Z., and Buonocore, M.G.: Bonding of resins to phosphoric acid-etched enamel surfaces of permanent and deciduous teeth, *J. Dent. Res.*, 51: 1572, 1972.
  59. Silverio, G.M.: Acidic glass cleaning composition, *Chem. Abst.*, 101: 88, 232250p, 1984.
  60. Simonsen, R.J., and Calamia, J.R.: Tensile bond strength of etched porcelain, *J. Dent. Res.*, 61: 297, 1983.
  61. Simonsen, R., Thompson, V., and Barrack, G.: Etched cast restorations: Clinical and laboratory techniques, Quintessence Publishing Co., Chicago, 1983.
  62. Tanaka, T., et al.: Pitting corrosion for retaining acrylic resin facings, *J. Prosthet. Dent.*, 42: 282, 1979.
  63. Thompson, V.P., Castillo, E.D., and Livaditis, G.J.: Resin-bonded retainers. Part I.: Resin bond to electrolytically etched non-precious alloys, *J. Prosthet. Dent.*, 50: 771, 1983.
  64. 김광만 : 불화수소산에 의한 치과용 도재의 표면

- 부식에 관한 실험적 연구, 연세대학교 대학원 석사 논문, 1986.
65. 박동수 : Composite resin의 surface roughness에 관한 실험적 연구, 연세대학교 대학원 석사논문, 1977.
66. 山下 敦 : 歯科接着性 Resin의 基礎와 臨床 (下卷), Quintessence 出版株式會社, Tokyo, 1983.
67. 이종갑 : Etched porcelain laminate의 접합강도에 관한 연구, 대한치과의사협회지, 24:243, 1986.

## ABSTRACT

### AN EXPERIMENTAL STUDY ON BOND STRENGTH OF ETCHED PORCELAIN

Kyung Cho., D.D.S., Ho Young Lee., D.D.S., M.S.D. Ph.D

*Dept. of Prosthodontics, College of Dentistry, Yon Sei University*

To investigate the bond strength of etched porcelain, porcelain specimens were etched by 5% hydrofluoric acid during the time of 2.5 min., 5 min., 7.5 min., and 10 min. at 23°C and observed by SEM. Also, electrolytically etched metal was observed by SEM. Etched porcelain specimens were treated or were not treated with Silane coupling agent and bonded to etched metals with Comspan and Panavia. The bonded specimens were stored in water at 37°C. 24 hours after bonding, the bond strengths were measured.

There were four groups of 25 specimens each. Group 1 was bonded with Panavia. Group 2 was bonded with Panavia after treated with Silane coupling agent. Group 3 was bonded with Comspan, Group 4 was bonded with Comspan after treated with Silane coupling agent.

The results were as follows:

1. he etched porcelains were obviously observed by SEM.
2. The dendritic arms were observed in etched metal by SEM.
3. The bond strength in relation to the increase of etching time increased and an analysis of variance shows significantly different at the 0.01 level in all groups.
4. The bond strength of Silane coupling agent treated groups were higher than the untreated.
5. The ratios of increase of the bond strengths of Silane coupling agent treated groups in relation to the increase of etching of etching time were lower than the untreated.
6. The bond strength of the groups used Comspan were higher than Panavia.

## 사진부도설명

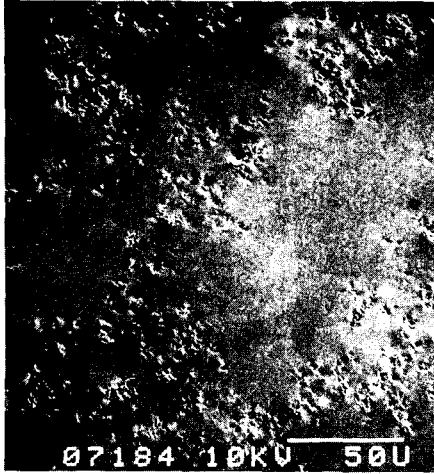
**Fig. 7.** Scanning electron microscopy of etched porcelain surfaces

- a) control: 비교적 고른 표면을 보였다.
- b) 2분 30초 부식시: pore가 형성되었다.
- c) 5분 부식시: pore의 수와 크기가 증가되었다.
- d) 7분 30초 부식시: pore의 수와 크기가 더욱 증가되었다.
- e) 10분 부식시: pore의 수와 크기가 뚜렷이 증가되어 봉와상을 보였다.

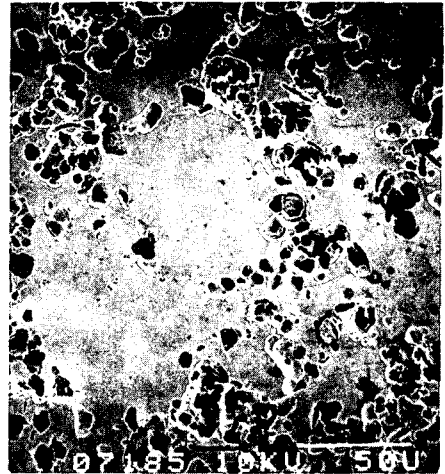
**Fig. 8.** Scanning electron microscopy of etched metal surface

수지상 구조는 부식되지 않고 수지상 구조의 주변이 부식되어 3차원적 요철면을 보였다.

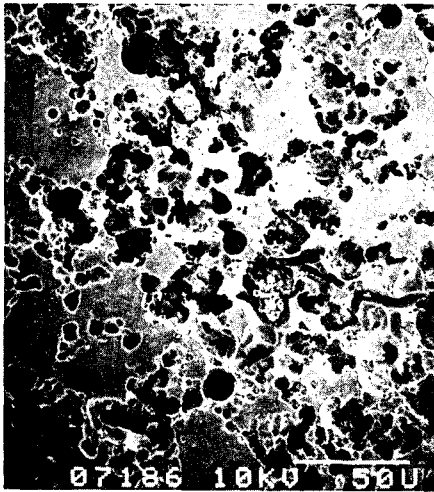
논문사진부도



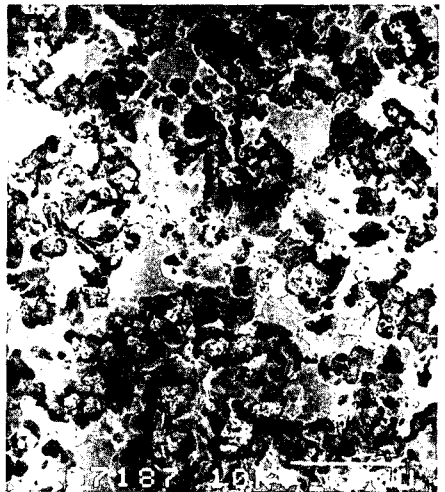
a) Control



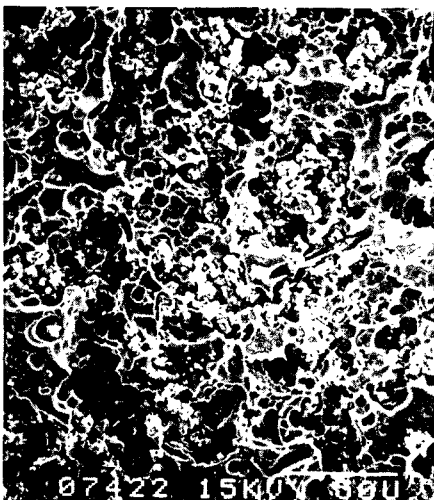
b) 2.5 min. etch.



c) 5 min. etch.



d) 7.5 min. etch.



e) 10 min. etch.



g. 8. Scanning electron microscopy of etched metal surface

Fig. 7. Scanning electron microscopy of etched porcelain surfaces