

|||||||
論 文
|||||||

스퀴즈캐스팅용 Salt Core의 제조 및 용탕침투성에 관한 연구

김기배 · 노상우* · 이호인 · 남태운*

A Study on the Fabrication Process and Melt Infiltration of Salt Core in Squeeze Casting Method

Ki-Bae Kim, Sang-Woo Noh*, Ho-In Lee, Tae-Woon Nam*

Abstract

Developing a salt core for squeeze casting process, two different salt cores(pure salt core and mixed salt core) were fabricated and investigated. Pure salt core was composed of 100% NaCl and mixed salt core was made by mixtures of NaCl with MgO(1%), Na₂B₄O₇(2%), and talc(1%) as a binder or a strengthening agent. Salt cores were compacted to various theoretical density, heat treated, and then squeeze-cast with molten Al alloy(AC8A). The compression strength of salt cores were measured and the squeeze-cast products were examined for shape retention, infiltration of molten metal into the cores, and microstructures. The shape of salt core compacted at above 75% of the theoretical density was maintained stably. The higher theoretical density of salt cores gave higher compression strength, and the compression strength of mixed salt core was higher than that of pure salt core. Namely at 90% theoretical density, the compression strength of mixed salt core was 6.3 kg/mm², compared to 4.6 kg/mm² for pure salt core. At a squeeze casting pressure of 1000 kg/cm², molten Al alloy was infiltrated into pure salt core of under 85% of the theoretical density. At squeeze casting pressure of 1000 kg/cm², only mixed salt core above 90% of the theoretical density were valid, but the shape of the core was altered in the case of pure salt core at 90% of theoretical density. A key factor for developing a salt core for squeeze casting process was estimated as the ultimate compressive strength of salt core. (Received May 21, 1997)

1. 서 론

최근 자동차업계에서는 중량감소, 재활용성, 단품제조(parts consolidation), 충돌안전성(crashworthiness) 등의 장점을 가지고 있는 알루미늄의 사용량을 점차 증가시키고 있다[1]. 따라서 세계적인 자동차업계에서는 알루미늄의 사용을 적극적으로 확대하기 위하여 여러 가지 계획을 가지고 있다[2]. Chrysler는 1997년 여름에 탑재하기 위해 알루미늄 hood의 양산체제를 도입하였으며, Ford는 1997년초에 hood, decklid, fender 및 여러부품을 생산하기 위하여 6천만파운드의 알루미늄을 사용할 예정으로 있다. GM에서는 알루미늄블럭과 헤드로 제작된 6기통엔진을 1997-98년모델에 탑재하기 위해 준비중에 있고, Mazda는 이미 all-aluminum V6엔진을 MX-3에 탑재하였으며, Nissan는 승용차엔진용으로 개발한 4번째 알루미늄블럭으로서 최근 3,000cc VQ모델에 고압다이캐스팅법으로 실린더블럭

을 제조하여 중량을 50 kg(60%)정도를 감소시켰다[3].

고강도, 내마모성이 우수한 알루미늄합금제품을 제조하는 방법으로 고압다이캐스팅이나 스퀴즈캐스팅법 등이 많이 이용되고 있다. 그러나 자동차용 실린더블럭, 실린더헤드 및 워터펌프와 같이 속이 비거나 under cut를 가진 형상이 복잡한 제품의 제조는 사형주조, 중력주조 혹은 저압주조법으로 제조되고 있으나, 양산성이 우수한 고압주조법(다이캐스팅법이나 스퀴즈캐스팅법)에 의해 제조할 경우 주조시 용탕의 압력에 견디고 주조후에는 붕괴되어 제품에서 취출이 용이한 붕괴성중자의 사용이 요구되고 있다[4].

일반적으로 다이캐스팅에서는 주조시 고속고압(주조압력 200~500 kg/cm², 게이트속도 10~20 m/sec)을, 스퀴즈캐스팅에서는 저속고압(플랜저속도 0.5 m/sec 이하, 주조압력 500~1500 kg/cm²)을 사용하고 있다. 따라서 높은 압력에서 사용할 수 있는 붕괴성중자로서 모래중자나 셀중자에 도형제로 코팅하여 사용하고 있

한국과학기술연구원 금속부 (Division of Metals, Korea Institute of Science and Technology)

*한양대학교 금속재료공학과 (Dept. Metal and Material Engineering Science, Hanyang Univ.)

으나 내열성, 내강도, 젖음성 및 도형표면의 평활성 등이 더욱 요구되어 어려움이 있다[5-6]. 특히 붕괴성중자중 염중자는 성형성이 좋고, binder나 coating이 필요없으며, 물속에서 쉽게 붕괴되어 경제성이 가장 우수한 중자이다.

따라서 본 연구에서는 고압주조에 적절한 붕괴성중자로서 NaCl를 사용한 염중자(salt core)를 선택하여 salt core를 제조하는데 있어서 salt의 이론밀도에 따른 가압성형압력과 스퀴즈캐스팅시 가압력에 대한 용탕 침투성에 대해 조사하여 스퀴즈캐스팅법에서 사용가능한 salt core를 제시하고자 한다.

2. 실험방법

2.1 salt core 제조

본 연구에서는 순수한 salt로 제조된 pure salt core와 강도를 향상시키기 위하여 강화제를 첨가한 mixed salt core 등 2종류의 salt core를 준비하였다. Pure salt core의 재료로서는 순도 100%에 가까운 NaCl(염화나트륨)을 선택하였고, mixed salt core는 NaCl에 강화제[7]인 MgO(1%), Na₂B₄O₇(borax, 2%)와 talc(1%)를 유발로 곱게 분쇄하고난 후 분말을 70 mesh(약 200 μm)에 걸러 채취하였다. Mixed salt core 용 분말은 NaCl과 강화제들이 잘 혼합될 수 있도록 powder mix-

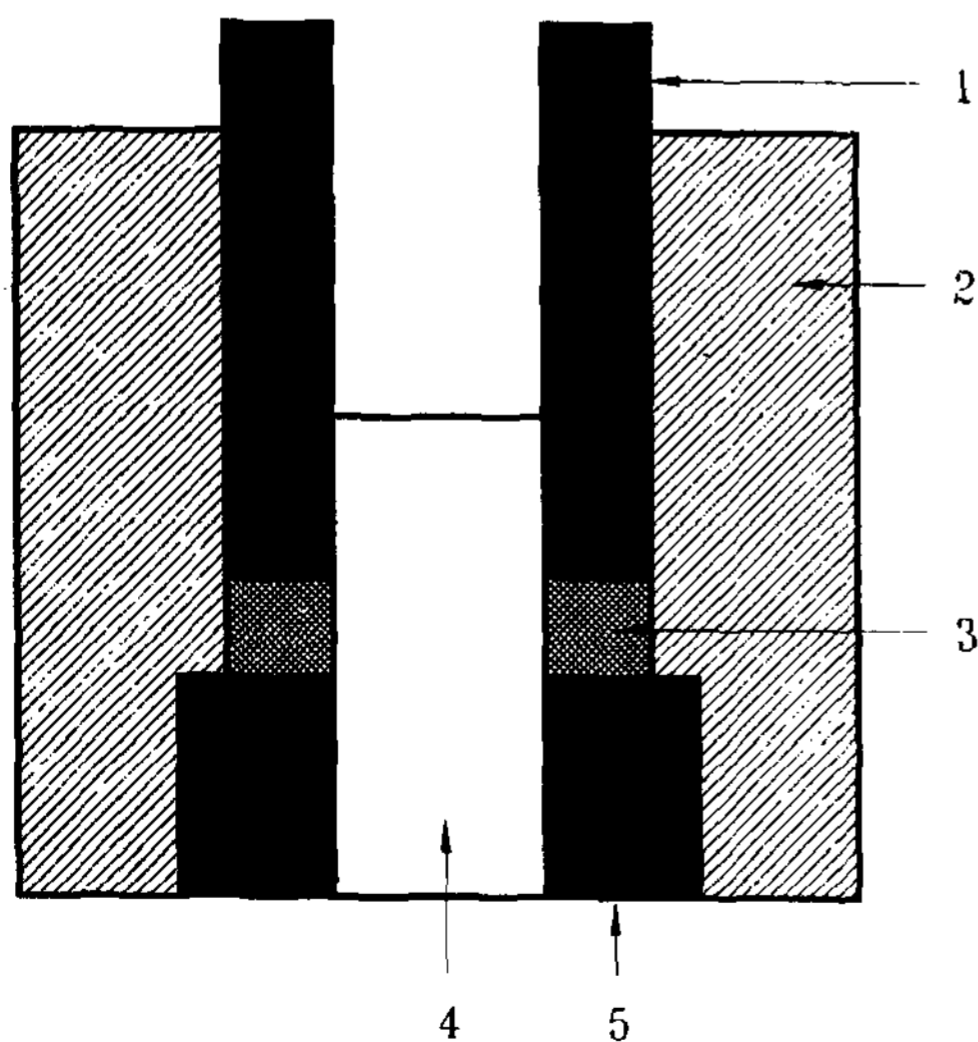


Fig. 1. Schematic diagram of cold compacting mold for making salt core. 1. punch, 2. mold, 3. salt core, 4. center rod, 5. bottom support.

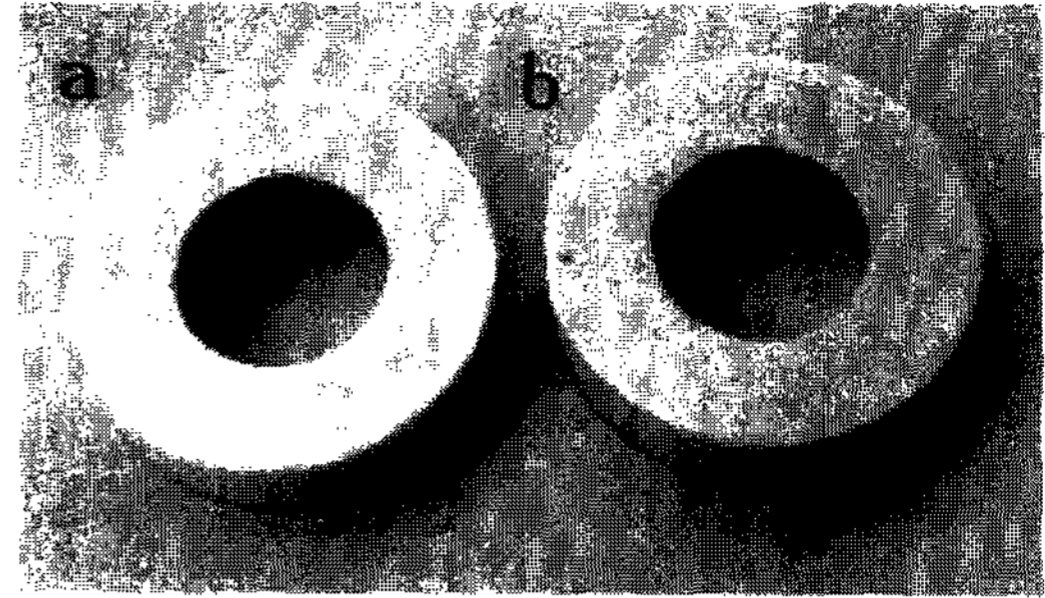


Photo 1. Shape of compacted and heat-treated (a) pure and (b) mixed salt core.

er에서 3일동안 혼합한 후에 사용하였다.

분말들은 이론밀도의 75, 80, 85, 90%가 되도록 무게를 측정하여 그림 1과 같은 salt core 가압성형용 금형에 넣고 30톤 유압프레스에서 가압하여 내경 20 mm, 외경 40 mm, 두께 10 mm인 환형모양의 salt core를 제작하였다. 각 이론밀도에 따라 가압성형된 환형의 salt core를 700°C로 유지되는 머플 furnace에서 20분 동안 열처리하였다. 물론 이 경우에 pure salt core와 mixed salt core의 가압성형조건과 열처리조건은 동일하게 하였다. 가압성형된 환형의 salt core는 사진 1과 같으며, pure salt core는 순백색이었고 mixed salt core는 약간의 미색을 띄고 있었다.

2.2 스퀴즈캐스팅 제조조건

가압성형된 salt core는 그림 2에서 보는 바와 같이 내화벽돌로 가공한 지지대위에 고정시킨 후 안쪽지름이 50 mm인 금형에 장착하였다. 지지대는 용탕 주탕시 salt core의 이동을 방지하고, salt core를 금형의 중간 높이에 놓여지게 하였다. 이것은 금형바닥에 고정시켰을 경우에 salt core 근처의 용탕이 가압전에 미리 응고하는 것을 방지하여 가압력이 용탕금속을 통해 salt core에 직접 전달되도록 하였다. 알루미늄재료는 피스톤재료로 사용되는 AC8A알루미늄합금을 선택하여 흑연 도가니에 넣어 700°C에서 완전히 용해시킨 후 용탕을 salt core가 설치된 금형에 주입하였다. 이때의 금형은 200°C로 예열시켰으며, 주탕 후 가압하기 전까지의 지체시간은 2 내지 3초였으며, 램의 이동속도는 대략 0.1 m/sec정도로 하였다. 스퀴즈캐스팅시 제조조건은 표 1에 나타냈다.

2.3 조직검사 및 압축강도측정

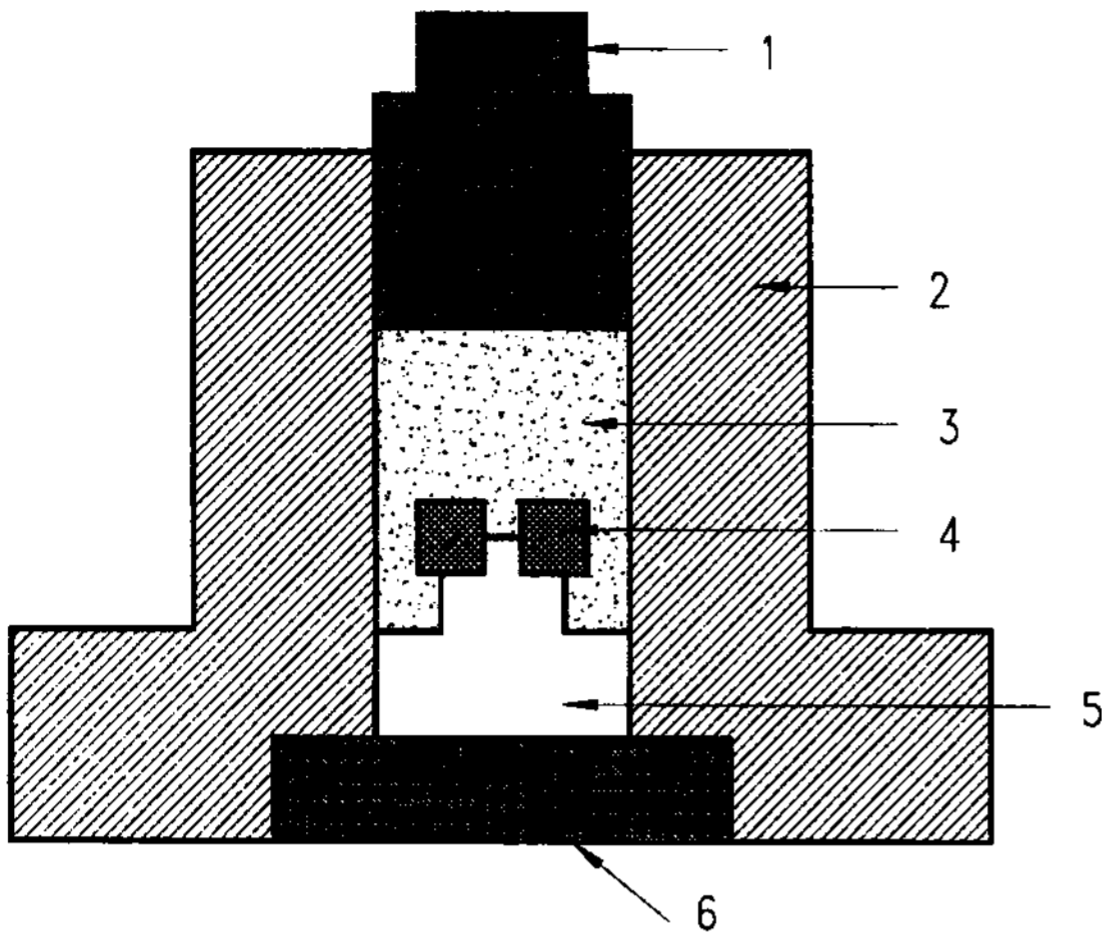


Fig. 2. Schematic diagram of squeeze casting mold 1. punch, 2. mold, 3. molten metal, 4. salt core, 5. salt core support, 6. bottom mold.

Table 1. Process parameters of spueeze casting in this study

matrix alloy	AC8A(Al-12%Si-1%Mg-1%Ni-0.4%Fe)	
salt core	pure salt core	NaCl (100%)
	mixed salt core	NaCl-2%Na ₂ B ₄ O ₇ -1%talco-1%MgO
melt temperature	700~710°C	
mould temperature	200°C	
mould shape	φ50 cylinder	
relay time	2~3sec	
squeeze casting pressure	500, 1,000, 1,500 kg/cm ²	
holding time	60 sec	

이론밀도와 가압조건에 따라 제조된 스퀴즈캐스팅된 주조시편은 종방향으로 절단하여 가압력과 이론밀도에 따른 용탕침투여부와 salt core의 형상변화는 육안검사를 통해 조사하였다. 주조시편내에서 salt core로 침투된 용탕량은 주조시편사진에서 image analyser를 이용하여 용탕의 침투된 면적으로 측정하였다. 스퀴즈캐스팅된 salt core는 시편을 물속에 담근후 약 3시간에서 완전히 제거되었다[8]. 시편은 cold mounting하고 기계적 연마한 후에 육안검사를 통한 육안조직과 광학현미경을 이용하여 미세조직을 관찰하였다. Pure salt core와 mixed salt core의 강도를 측정하기 위하여 thermicmaster-z로 압축시험을 실시하였다. 시편의 크기는 가로, 세로, 높이 각각 10 mm로 절단한 뒤

가공온도는 상온, 가공속도는 $\xi=1 \times 10^3/s$ 의 일정한 변형속도하에서, 가공량은 30%까지 측정하여 최대압축강도(ultimate compressive strength)를 구하였다.

3. 실험 결과 및 고찰

3.1 salt core 제조시 이론밀도에 따른 가압성형압력 이론밀도 70~90%까지의 변화에 따른 가압성형압력은 그림 3과 같이 나타났다. 이론밀도의 70%인 salt core는 가압성형이 완전히 이루어지지 않아, 가압후 금형 밖으로 추출시 일부가 분말상태로 있어 가압성형된 salt core를 얻지 못하였다. 이론밀도의 75~80%인 salt core는 양호하게 가압성형되어 형상을 잘 유지하였고, 85~90%에서는 성형도가 아주 우수하였다. 물론 pure salt core와 mixed salt core의 성형조건, 과정, 상태는 거의 동일하였으며, 동일한 밀도를 가지기 위한 가압성형압력은 mixed salt core가 pure salt core보다 약 20 kg/cm²가 상승하였다. Salt core의 이론밀도가 증가할수록 가압성형압력은 크게 증가하였고, 이론밀도 90%의 salt core를 제조하기 위해서는 대략 1,100 kg/cm²의 가압성형압력이 필요함을 알 수 있었다.

Salt core 제조시 이론밀도에 따른 가압성형압력을 예측하기 위하여 가압성형된 분말성형체의 성형기구를 조사하였다[9]. 일반적으로 분말성형체에서 성형체밀도와 성형압간의 관계에 대해서는 많은 연구들이 수행되었으며, 그 결과 성형압과 성형체밀도와의 관계는 성형압에 따른 $\ln(1/(1-D))$ 의 변화가 재료의 특성

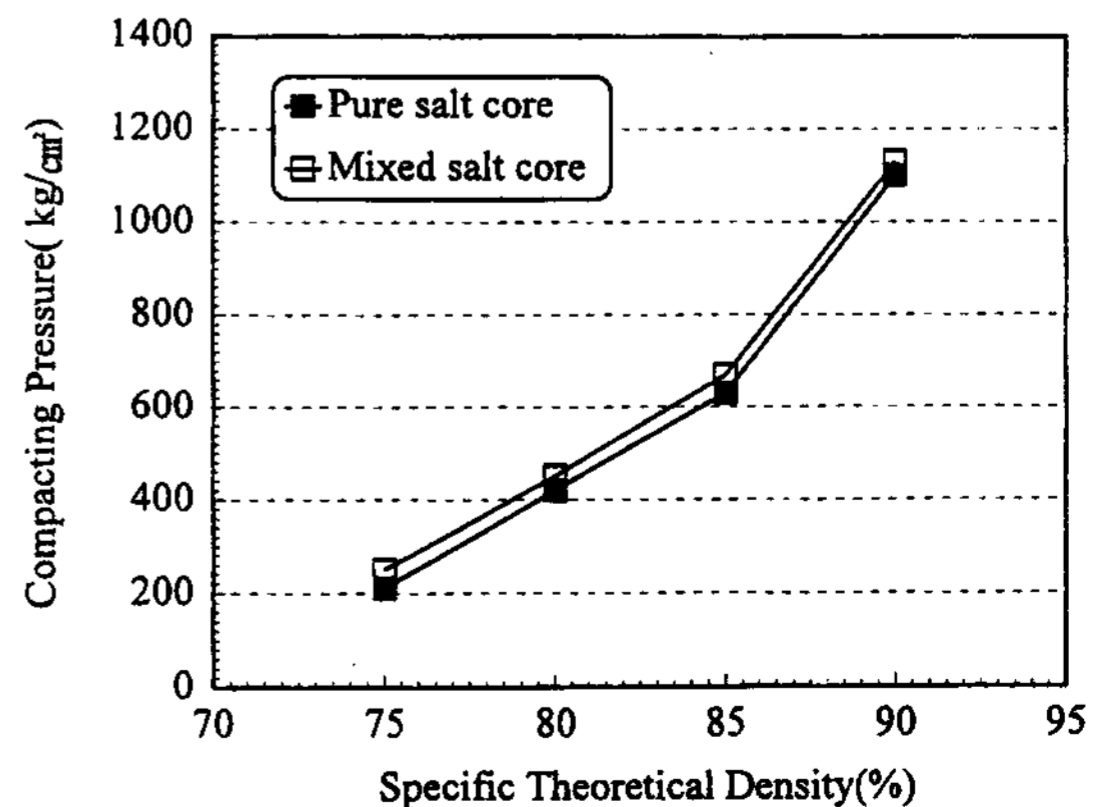


Fig. 3. Optimum compacting pressure for various theoretical density of salt core.

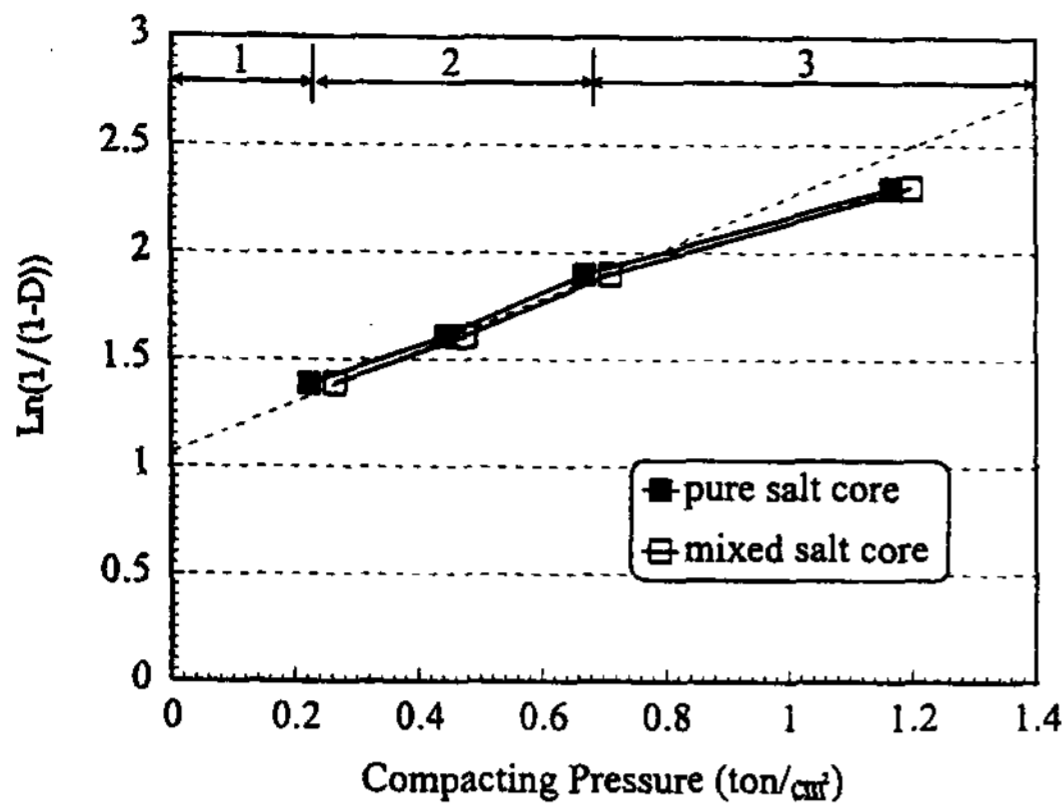


Fig. 4. Variation of $\ln(1/(1-D))$ with compacting pressure for salt core.

에 따라 3개의 영역으로 구별할 수 있다고 보고하고 있다. 다시말해 성형압에 대한 $\ln(1/(1-D))$ 의 기울기값이 증가하는 영역 1, 기울기값이 일정하게 유지되는 영역 2, 기울기가 감소하는 영역 3으로 분류되며, 영역 1은 분말의 재충진과정으로 입자들의 재배열이 완전히 되어 각 입자들이 서로 접촉점을 갖게 되는 과정이고, 영역 2는 탄성소성변형과정으로 분말들이 접촉점에서 소성변형이 일어나는 과정이고, 영역 3은 전체적으로 소성유동이 일어나 기공감소와 조밀화로 수축률이 급격히 감소하게 되는 영역으로 알려져 있다[10].

Salt core 제조시 가압성형압력과 이론밀도[$\ln(1/(1-D))$]와의 관계는 그림 4와 같이 나타났다. 위의 가압성형된 분말성형체의 성형기구를 통해 본 salt core의 성형기구를 분석해보면, 이론밀도 70%인 경우는 가압성형금형에서 추출시 일부가 분말상태를 남아있을 정도로 성형이 안된 것은 결합이 일어나지 않고 입자이동과 재배열이 되는 영역 1에 해당된다고 생각된다. 또한 그림 4에서 성형압력이 0.2~0.7 ton/cm^2 에서는 영역 2로 이론밀도 75~85%인 salt core에서는 분말간의 접촉면이 증대되면서 소성변형에 의하여 상호결합이 된 것으로 생각되고, 그림상에서 기울기가 변화된 0.7 ton/cm^2 이상에서는 영역 3으로 이론밀도 90%인 salt core에서는 전체적인 소성유동이 일어나면서 수축된 상태라고 생각된다. 이러한 경향은 pure salt core와 mixed salt core에 관계없이 동일하게 나타났으며, 이론밀도 75% 이상에서 양호한 상태로 가압성형이 이루어졌으며, 85% 이상에서는 성형도가 아주 우수하였다. 이론밀도 95%인 salt core를 제조하기 위한 가압성형압력은 영역 3에서의 기울기를 외삽하여 대략 2

ton/cm^2 의 압력이 예측되었다.

3.2 salt core의 압축강도

그림 5은 압축시험결과로 나타난 이론밀도 90%의 pure salt core와 mixed salt core의 응력-변형곡선을 나타낸 것이다. 응력-변형곡선은 이론밀도나 pure salt core와 mixed salt core에 관계없이 유사한 형태로 나타났다. 다시 말해 최대압축강도를 지나면 일시적인 강도하락 현상이 나타났으며, 이것은 salt core의 crack 발생으로 부분파괴가 일어났기 때문이었다. 응력-변형곡선을 통하여 측정된 최대압축강도는 그림 6과 같이 나타났다. Pure salt core인 경우 최대압축강도는 이론밀도 75%에서는 2.2 kg/mm^2 에서 이론밀도 90%에서는 4.6 kg/mm^2 로 완만하게 증가하였으나 mixed salt core인 경우 이론밀도 75%에서는 2.6 kg/mm^2

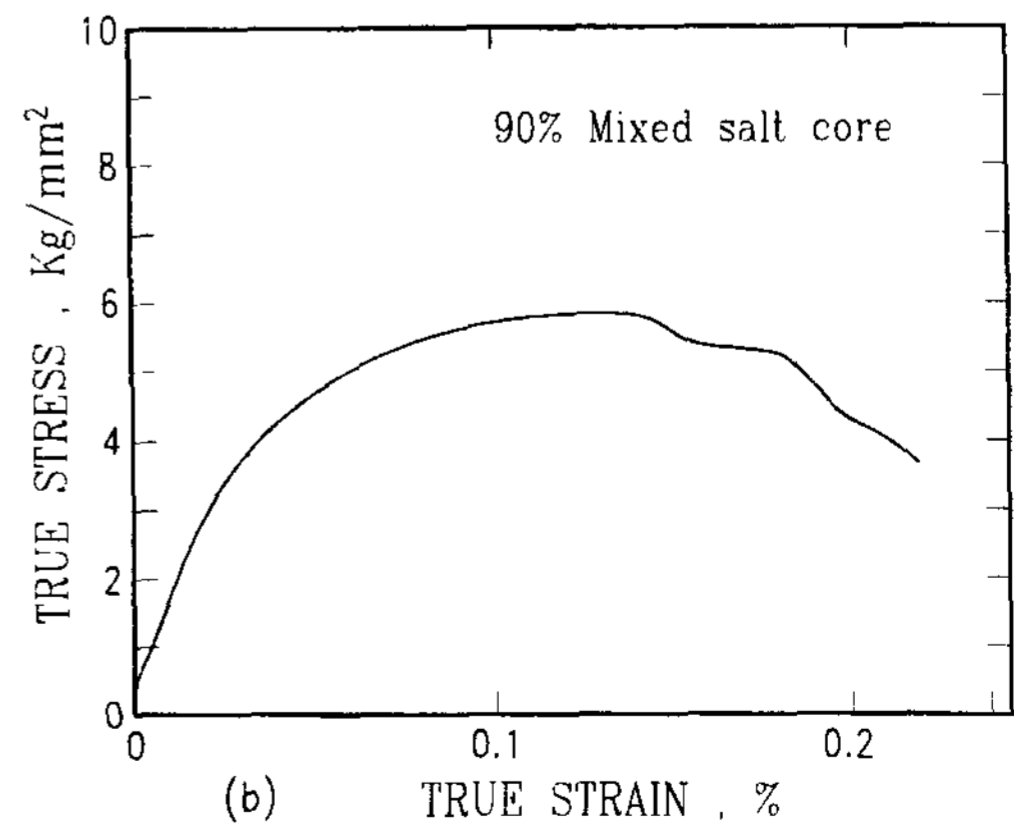
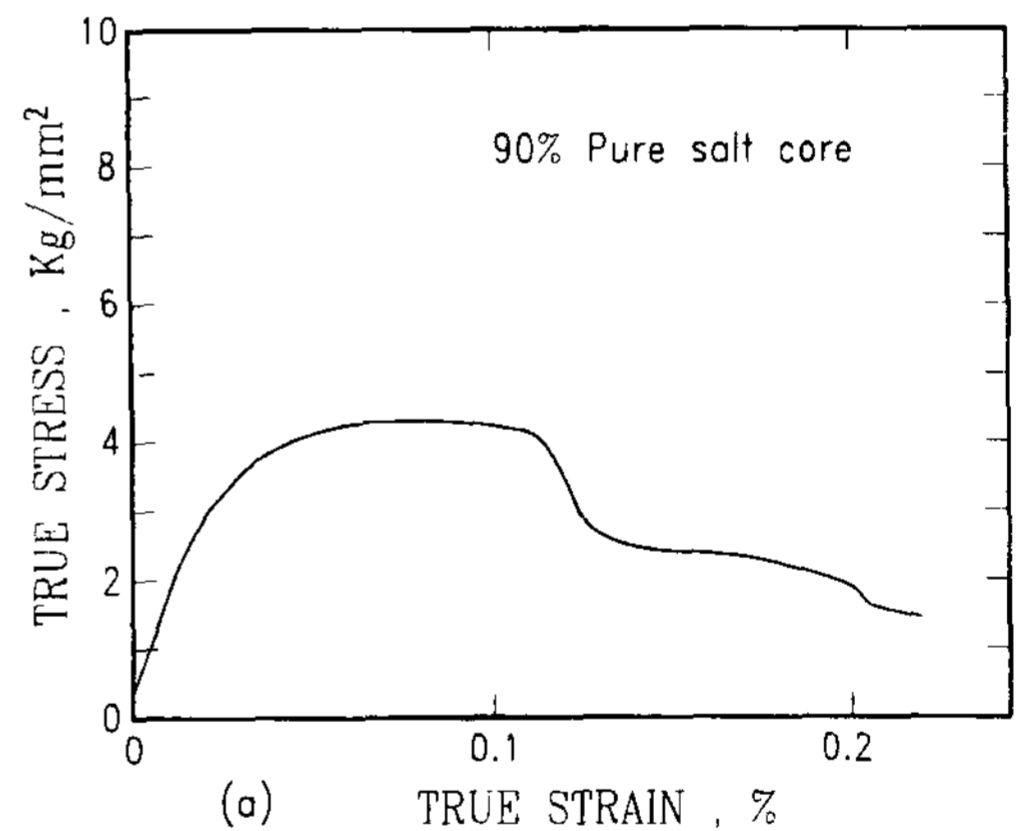


Fig. 5. Stress-strain curve in compression test of (a) pure and (b) mixed salt core compacted at 90% of theoretical density and heat-treated.

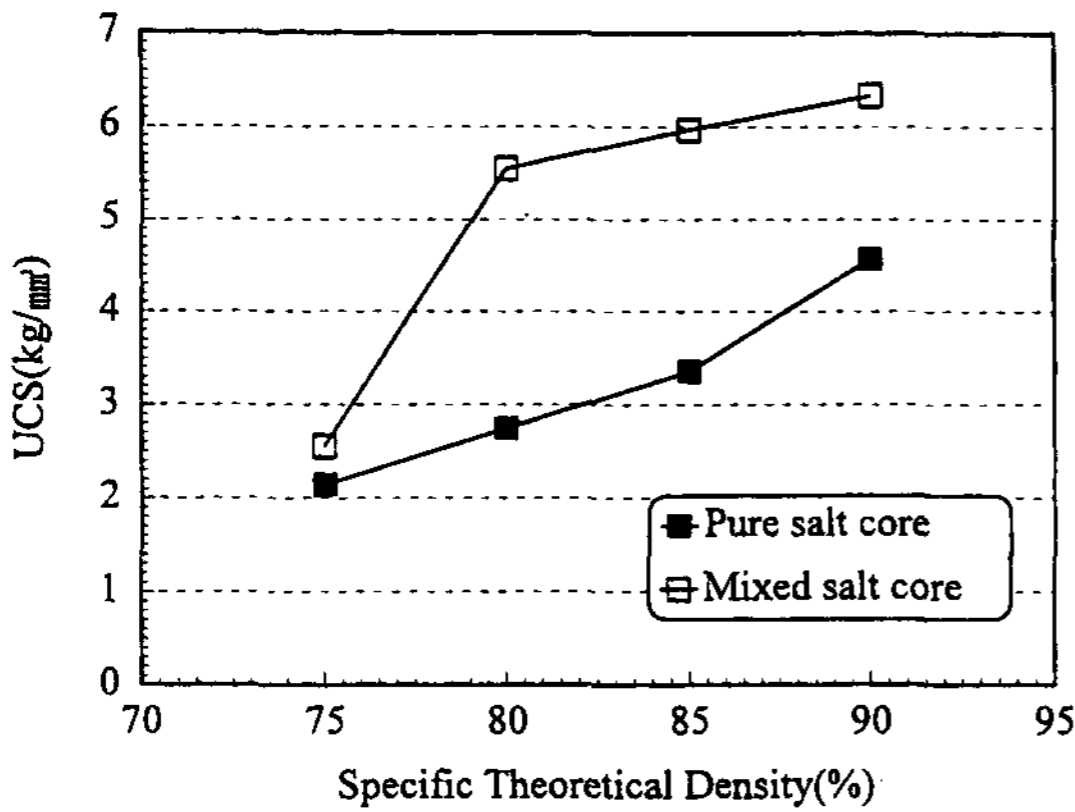


Fig. 6. Ultimate compressive strength of salt cores compacted at various theoretical density.

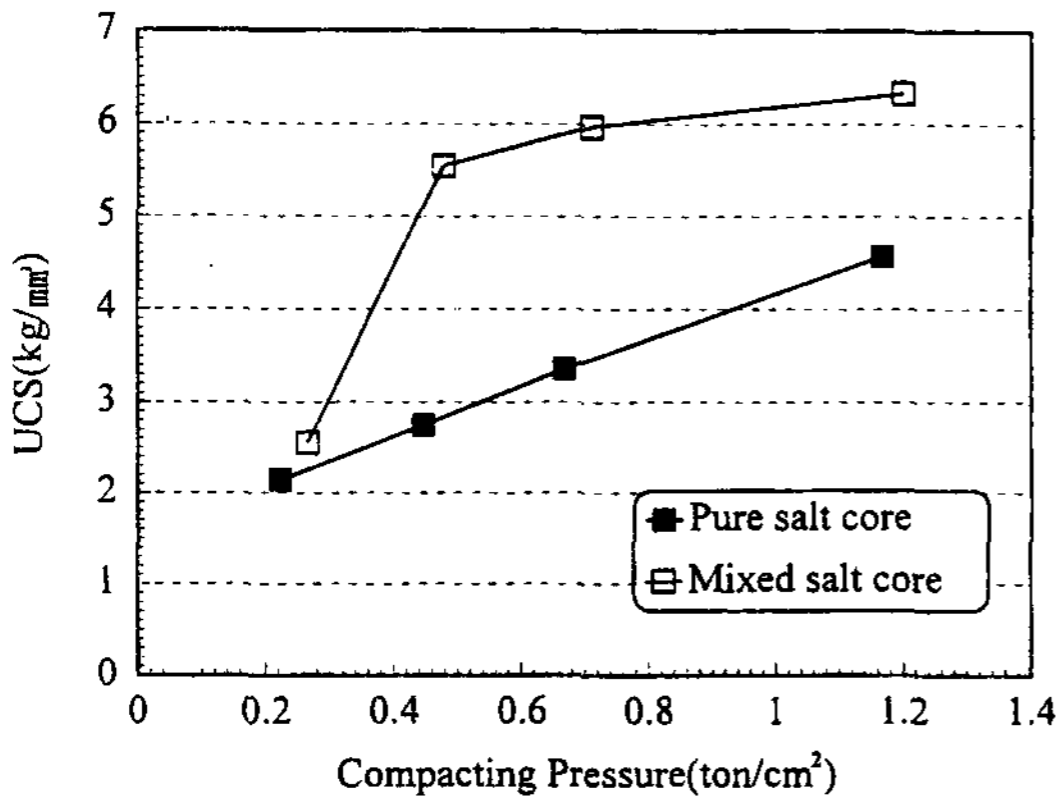


Fig. 7. Ultimate compressive strength of pure salt core and mixed salt core as a function of compacting pressure.

mm²으로 pure salt core와 큰 차이가 없었으나 이론밀도 90%에서는 6.2 kg/mm²으로 크게 증가하여 pure salt core와 많은 차이를 나타내었다. 따라서 salt core의 최대압축강도는 pure salt core나 mixed salt core에 관계없이 이론밀도가 증가함에 따라 증가하였으며, 특히 pure salt core는 완만하게 증가하였으나 강화제가 첨가된 mixed salt core는 강도가 크게 향상되었다.

그림 7은 가압성형압력에 따른 salt core의 최대압축 강도를 나타낸 것이다. 그림에서 pure salt core인 경우는 가압성형압력에 따라 일정하게 증가하였으나, mixed salt core인 경우에는 성형압력이 0.2~0.4 ton/cm²까지는 급격히 증가하고 0.4 ton/cm²이상에서는 거의 일직선을 유지하였다. 일반적으로 분말성형체의 강도는 가압성형압력에 따라 inter-particle에서 소성변형이 일어나기 때문에 가압성형압력에 비례한다고 알려져

있다[11]. 본 연구에서의 salt core의 강도는 열처리한 후의 강도이며, 이와 같이 mixed salt core에서 최대압축강도가 크게 증가한 것은 열처리시 NaCl의 분말들의 접촉면에서 첨가된 강화제로 인한 결합반응이 일어났기 때문에 강도가 가압성형압력에 비례적으로 증가하지 않고 급격하게 향상되었다고 사료된다.

3.3 스퀴즈캐스팅시 salt core의 이론밀도에 따른 용탕침투성

사진 2는 이론밀도 90%의 pure salt core를 1,000 kg/cm²의 압력으로 스퀴즈캐스팅한 시편을 물속에 약 3시간 정도 넣어 salt core를 녹여낸 상태를 보여주고 있다. 그림에서 salt core 아래 쪽의 짙은 회색부위는 지지대인 내화벽돌 속으로 알루미늄합금이 침투한 상태를 나타내고 있다. 사진 3은 1,000 kg/cm²의 압력으로 스퀴즈캐스팅된 주조시편의 절단면을 보여주고 있다. Salt core로 용탕이 침투한 부분은 회색으로 변하여 salt core와는 육안으로도 바로 식별이 가능하였으며, 절단하는 동안에 salt core는 녹아버렸기 때문에 식별하기 용이하게 salt분말을 채워서 사진을 촬영하였다. 사진 3에서 (a)-(d)는 pure salt core인 경우이고, (e)-(h)는 mixed salt core인 경우이다. Pure salt core에서 이론밀도 75%인 경우는 용탕침투가 완전히 일어났으며, 이론밀도가 증가함에 따라 salt core로의 용탕 침투폭이 점점 감소되어 이론밀도 90%인 경우는 용

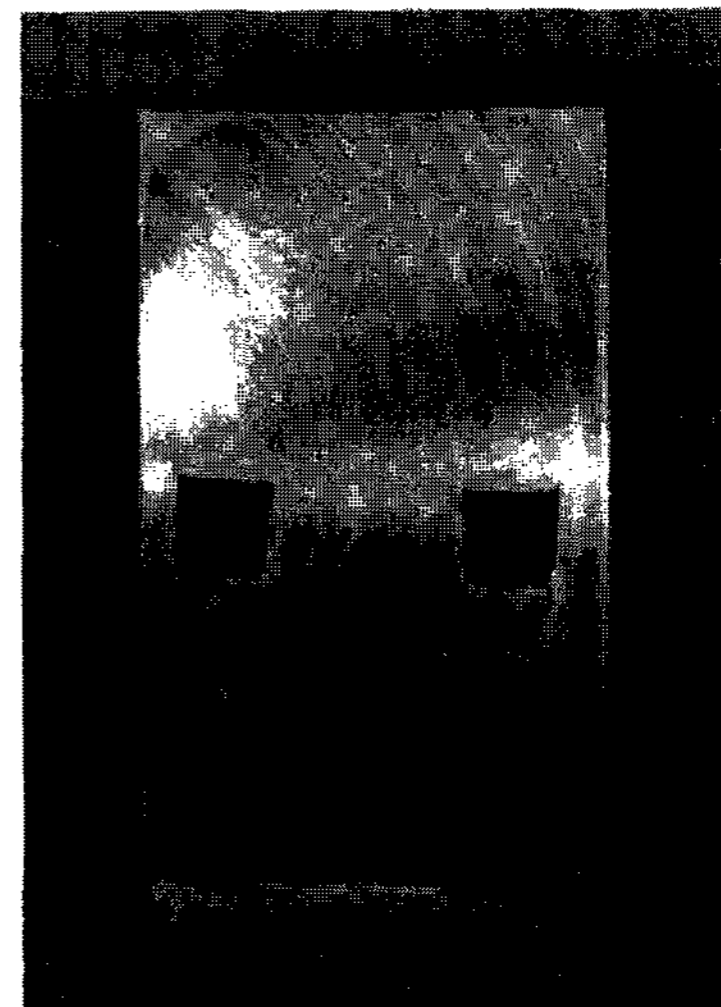


Photo 2. Empty space made by salt core after dipping in water.

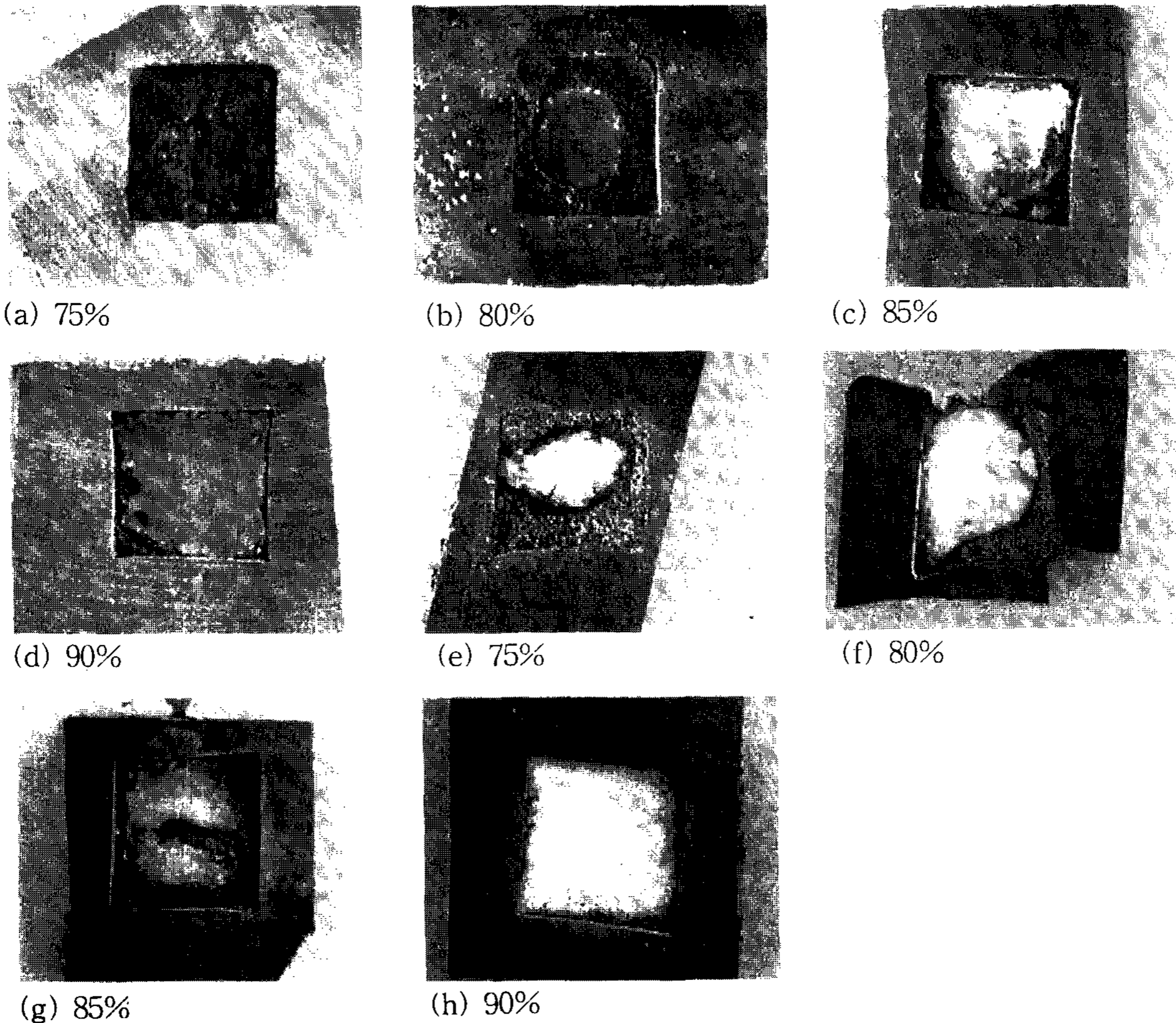


Photo 3. Shape of (a)-(d) pure and (e)-(h) mixed salt core after squeeze casting at $1,000 \text{ kg/cm}^2$ of a casting pressure (given as percentage of compacting theoretical density).

탕침투가 일어나지 않았다. 그러나 주조시편내에서 salt core가 형성하는 공간의 형상은 변형이 나타났다. Mixed salt core의 경우에서도 이론밀도가 증가함에 따라 용탕침투는 감소하였으며, 또한 이론밀도 80%와 85%에서는 용탕침투와 동시에 salt core의 형상변형이 나타났다. 그러나 이론밀도 90%에서는 용탕침투도 안 되고 salt core의 공간형상은 완전한 사각형을 유지함으로써 pure salt core에 비해 아주 우수하게 나타났다.

이와 같이 스퀴즈캐스팅시 가압력이 $1,000 \text{ kg/cm}^2$ 인 경우에서 주조시편에서 측정된 각 이론밀도에 따른 pure salt core와 mixed salt core로의 침투된 용탕의 면적분율은 그림 8과 같이 나타났다. Pure salt core에서 이론밀도 75%인 경우는 용탕침투가 완전히 일어나 용탕침투면적분율이 100%이었으나, mixed salt core에

서는 용탕침투면적분율이 60%로 나타났다. 또한 이론 밀도가 증가함에 따라 용탕침투면적분율은 pure salt core나 mixed salt core 모두에서 점점 감소되었으며, 이론밀도 90%에서는 pure salt core와 mixed salt core 모두에서 전혀 용탕침투가 일어나지 않았다.

3.4 스퀴즈캐스팅 가압력에 따른 용탕침투성

이론밀도 90%인 pure salt core와 mixed salt core를 여러 가압력에 따라 스퀴즈캐스팅한 후의 salt core의 형상은 사진 4와 같이 나타났다. Pure salt core에서는 스퀴즈캐스팅 가압력이 500 kg/cm^2 인 경우에는 용탕 침투와 주조시편내의 core 형상변형이 일어나지 않았다. 그러나 $1,000 \text{ kg/cm}^2$ 으로 증가한 경우에는 용탕 침투는 일어나지 않았으나 500 kg/cm^2 으로 가했을 경

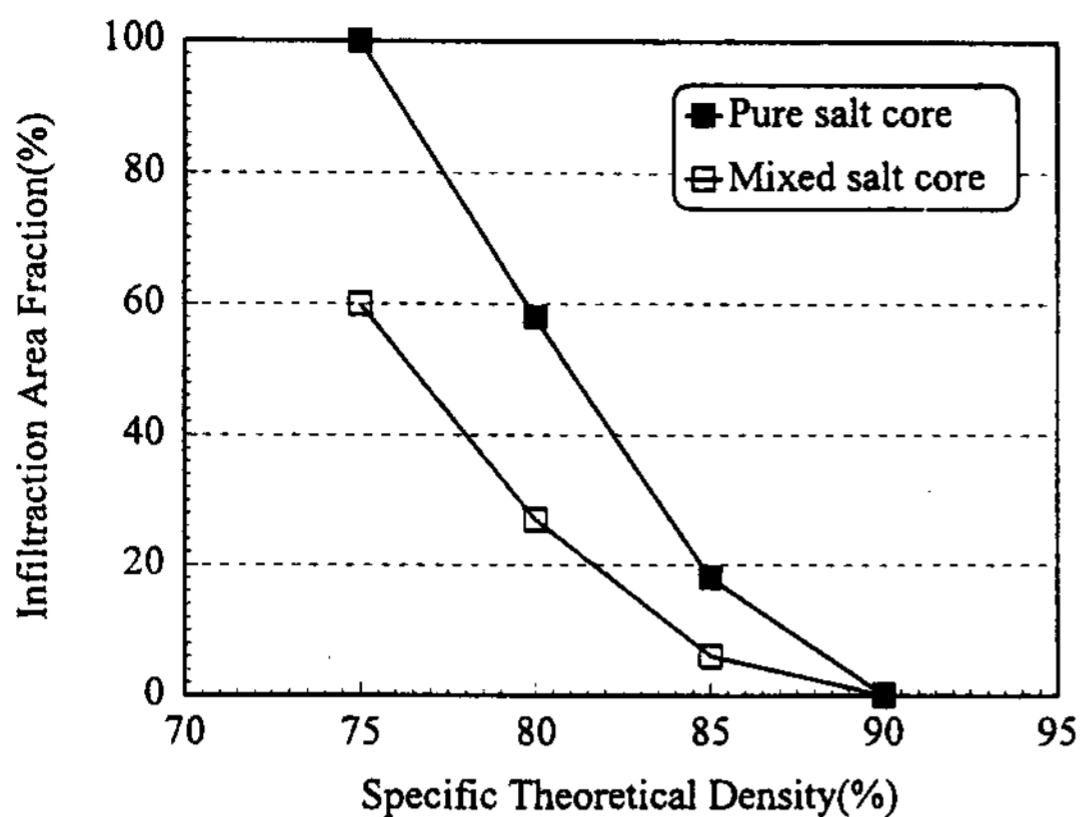


Fig. 8. Infiltrated area of molten metal into salt core compacted at various theoretical density.

우와 비교할때 salt core의 형상이 똑바른 사각형의 모양이 아니라 사각형의 변이 안쪽으로 약간 들어가 변형되어 있음을 알 수 있었다. 이것은 salt core의 강도가 용탕가압력을 견디지 못하였기 때문으로 생각된다. 가압력이 1,500 kg/cm²인 경우에는 용탕이 salt core로 침투되었음을 확인할 수 있었다. Mixed salt core인 경우에는 사진에서 보는 바와 같이 스퀴즈캐스팅시 압력을 500, 1,000 1,500 kg/cm²가 했던 모든 경우에도 용탕침투는 일어나지 않았다. 그러나 salt core의 형상은 용탕가압력 500, 1,000 kg/cm² 경우에는 아주 똑바른 사각형의 모양을 가지고 있었으나, 1,500 kg/cm²의 경우에만 약간 사각형의 변이 안쪽으로 휘어졌음을 알 수 있었다. 이것은 강화제를 첨가한

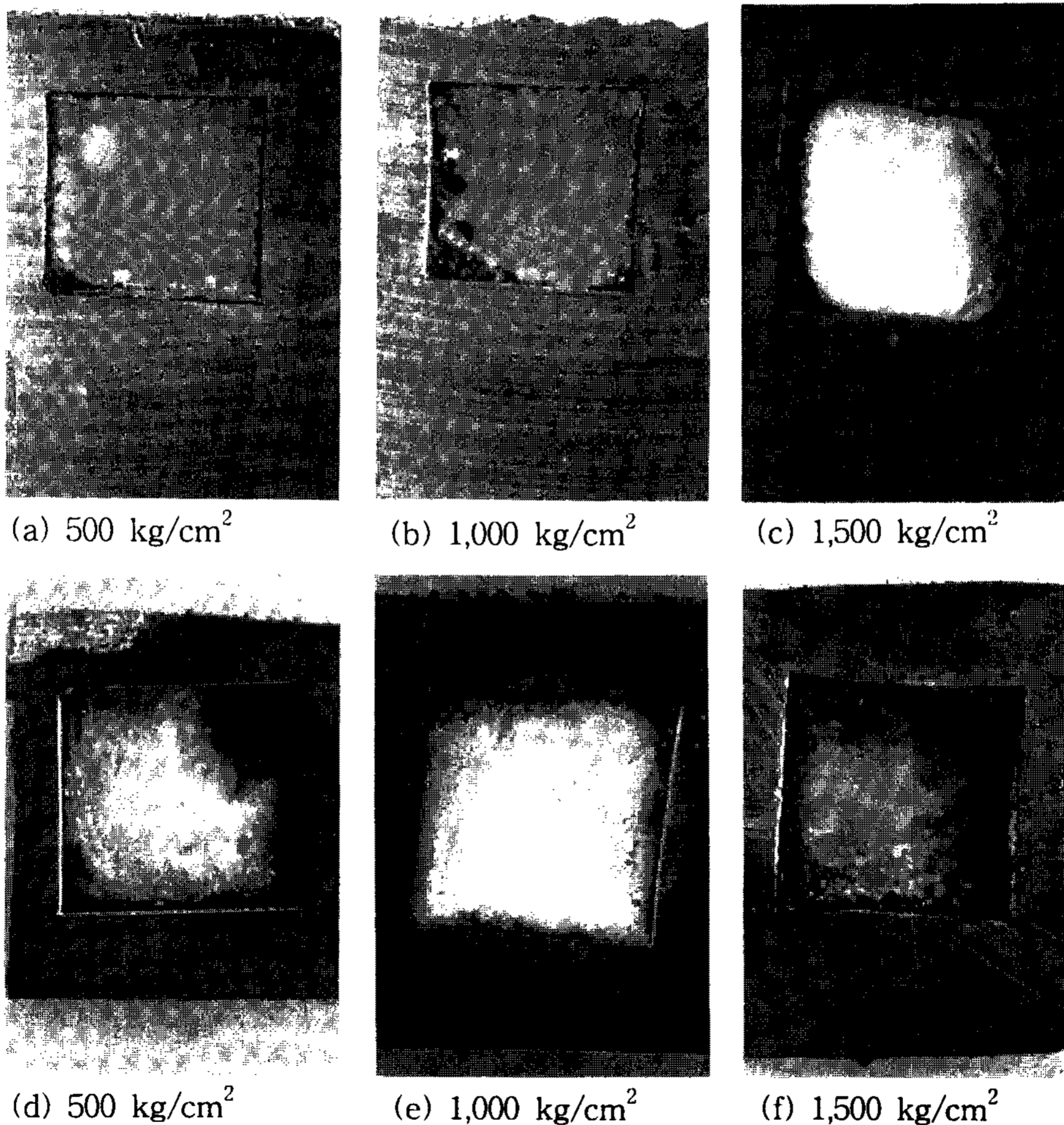


Photo 4. Shape of (a)-(c) pure and (d)-(f) mixed salt core compacted at 90% of theoretical density for various squeeze-casting pressure.

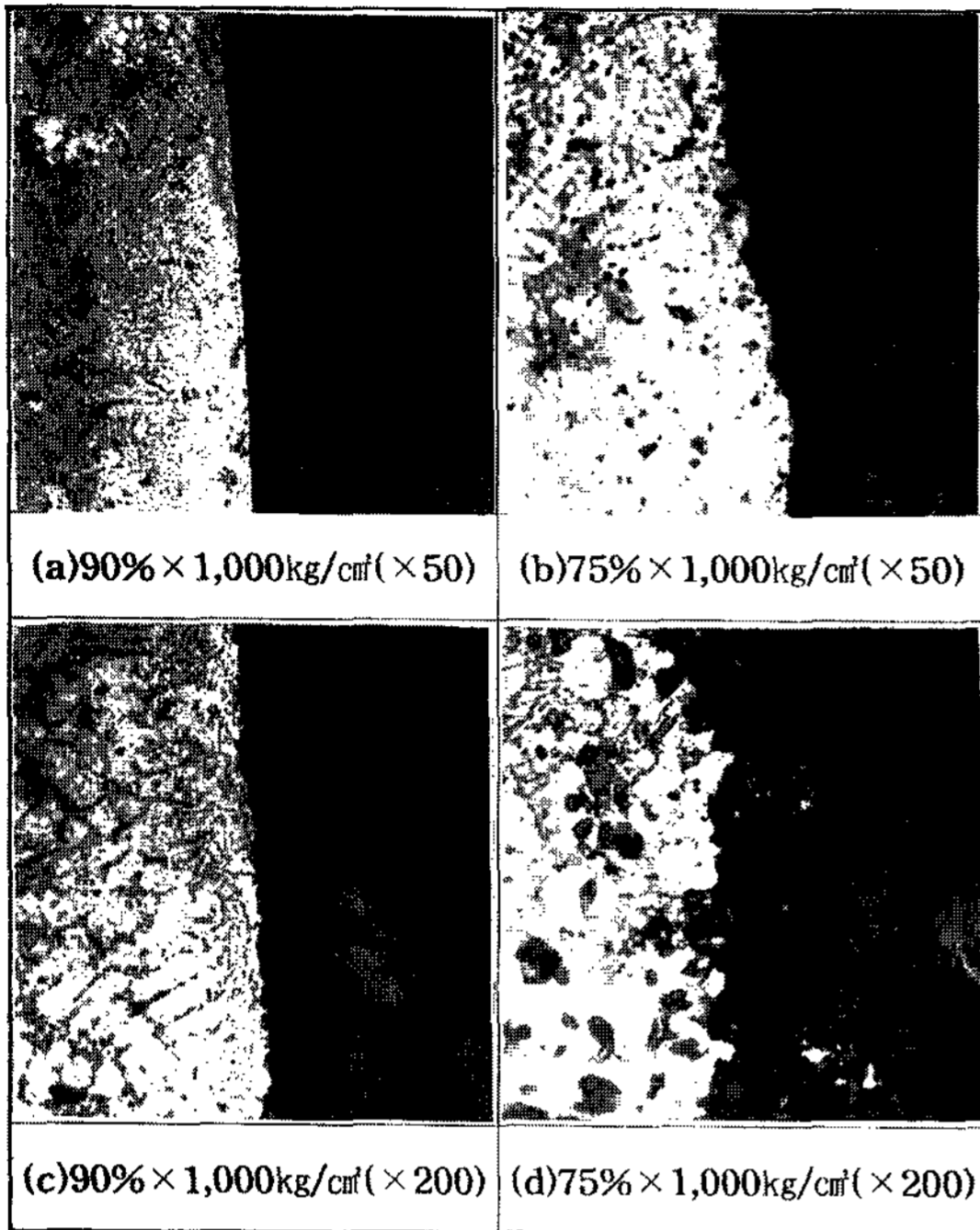


Photo 5. Microstructures of interface between salt core and solidified Al alloy.

경우에는 용탕가입시 salt core가 치밀하며 강도가 증가하여, 용탕침투가 안 일어나고 높은 용탕가압력에서도 salt core의 형상이 양호하였던 것으로 생각되었다. 그러므로 mixed salt core의 경우에는 스퀴즈캐스팅의 1,000 kg/cm²압력에는 사용하기에 아주 적합한 조건을 가지고 있는 것으로 나타났다.

사진 5는 salt core를 제거한 후에 나타난 빈공간의 표면상태를 관찰하기 위한 미세조직이다. 사진 5의 (a)와 (c)는 이론밀도 90%인 mixed salt core에 스퀴즈캐스팅 가압력이 1,000 kg/cm²인 경우로 용탕침투가 거의 일어나지 않아 빈공간의 표면조도가 매우 미세하지만, 용탕침투가 일어난 이론밀도 75%인 경우인 (b)와 (d)에서는 빈공간의 표면상태가 아주 나쁘고, 조도도 크며, 용탕이 salt core 사이로 침투하여 알루미늄이 빈공간속을 차지하고 있는 것을 관찰할 수 있었다.

3.5 스퀴즈캐스팅용 salt core의 최적조건

스퀴즈캐스팅용 salt core는 높은 주조압력에서 용탕의 침투나 변형이 없어야 하기 때문에 salt core의 강도가 매우 중요한 인자라고 생각되며 스퀴즈캐스팅의 가압력과 salt core의 최대압축강도와의 관계는 그림 9와

같이 나타났다. 그림에서 ○표시는 용탕침투도 일어나지 않고, salt core의 형상변형도 일어나지 않은 아주 양호한 경우이며, ▲표시는 용탕침투는 일어나지 않았으나 core의 형상변형된 경우이고, △표시는 용탕침투와 core의 형상변형이 동시에 일어난 경우이고, ×표시는 용탕침투만 일어난 경우를 나타내고 있다.

그림에서 점선은 용탕침투된 경우, core 형상변형과 양호한 경우의 경계를 나타내고 있다. 압축강도가 낮으면 용탕침투가 일어나고 압축강도가 증가하면 용탕침투량은 점차 감소되면서 salt core의 형상이 변형되었다. 압축강도가 더욱 증가하면 용탕침투도 안되고 salt core의 형상변형도 일어나지 않았다. 용탕가압력 500 kg/cm²에서는 최대압축강도 4 kg/mm²에서도 용탕침투나 core 형상변형이 일어나지 않아 양호하였으며, 용탕가압력 1,000 kg/cm²에서는 salt core의 최대압축강도가 6 kg/mm² 이상에서 아주 양호한 결과가 나타났으며, 용탕가압력이 1,500 kg/cm² 이상에서는 본 연구의 범위에서는 양호한 실험결과를 얻지 못하였다.

그림 9에서 스퀴즈캐스팅시 가압력에 따른 최적의 salt core는 core의 최대압축강도와 매우 밀접한 관계가 있음을 알 수 있었으며, 일반적인 스퀴즈캐스팅시의 용탕가압력인 1,000 kg/cm²에서는 core의 최대압축강도가 6 kg/mm² 이상에서 아주 양호한 결과가 예상되며, 또한 일반적으로 다이캐스팅시 용탕주입압력은 약 500 kg/cm² 정도이기 때문에 다이캐스팅법을 사용할 경우에는 최대압축강도가 4 kg/mm² 이상인 salt core를

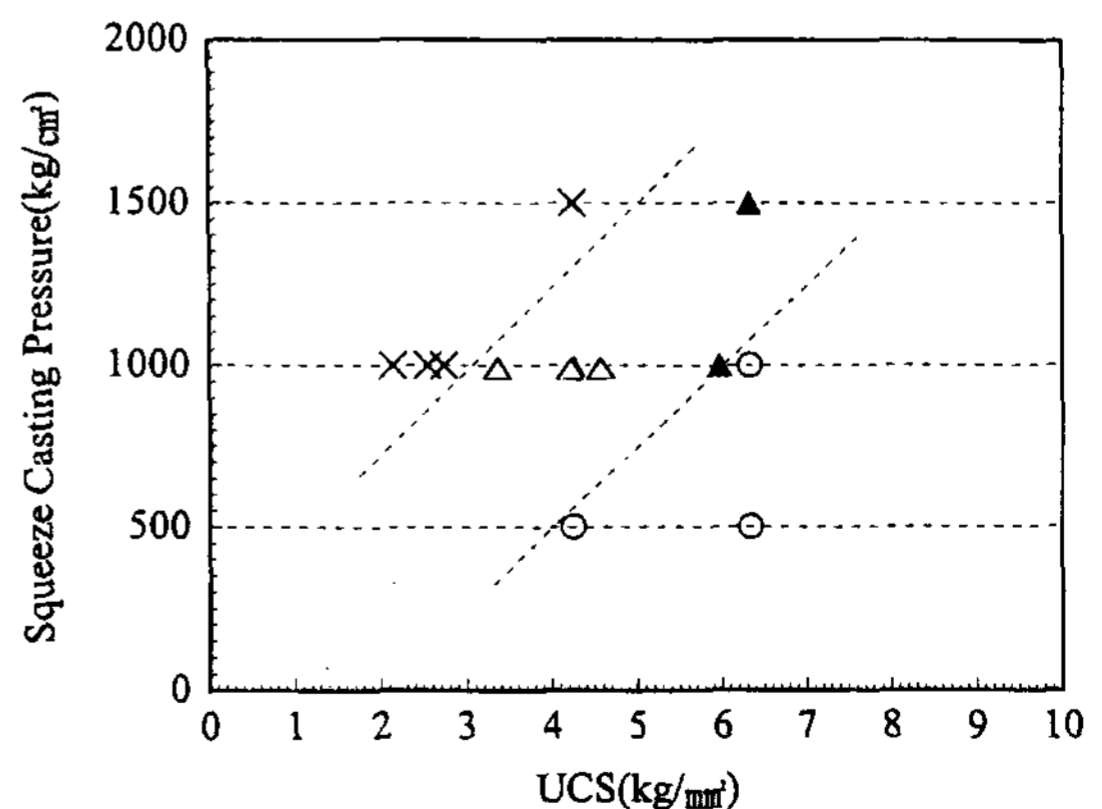


Fig. 9. Relationship between ultimate compressive strength of salt core and squeeze casting pressure. (×: Infiltration, ▲: Infiltration and deformed salt core shape, △: No infiltration but deformed shape, ○: No infiltration and no shape deformation).

사용하면 양호한 결과를 얻을 것으로 예측되었다.

4. 결 론

순수한 NaCl을 주성분으로 한 pure salt core와 NaCl을 주성분으로 하고 MgO, Na₂B₄O₇ 및 talc 등의 강화제를 첨가한 mixed salt core의 가압성형제조방법과 스퀴즈캐스팅시의 용탕침투에 대하여 조사하였다.

1. Pure salt core와 mixed salt core의 가압 성형시 이론밀도의 70%에서는 성형성이 불완전하고 분말이 추출되는 현상이 나타났으며, 75%이상에서는 양호한 현상을 유지하여 성형성에 있어서 안정성을 보였다.

2. Salt core의 최대압축강도는 pure salt core와 mixed salt core 모두 이론밀도가 증가함에 따라 증가하였으며, 이론밀도 90%에서 mixed salt core의 최대압축강도는 6.3 kg/mm²으로 pure salt core의 4.6 kg/mm²보다 약 50%정도 향상되었다.

3. 스퀴즈캐스팅시 가압력 1,000 kg/cm²에서 이론밀도 85%까지는 salt core로 용탕침투 또는 형상변형이 일어났으며, 이론밀도 90%인 pure salt core는 용탕침투는 일어나지 않았으나 core의 형상변형이 일어났고, 이론밀도의 90% mixed salt core만이 양호하였다.

4. 스퀴즈캐스팅시 최적의 salt core는 core의 최대압축강도와 매우 밀접한 관계가 있었으며, 주조압력 500 kg/cm²에서는 최대압축강도가 4 kg/mm², 1,000 kg/cm²에서는 6 kg/mm²이상에서 양호하였다.

참 고 문 헌

- [1] 細見 彌重 : 金屬, 65, 4(1995), 306-318.
- [2] Y. Nishimura : 住友輕金屬技報, 34, 4(1993), 66-83.
- [3] The Aluminum Association : Aluminum Update, Feb. 1996.
- [4] 小池 敬一 : 鑄物, 52(1980), 590.
- [5] J. Barlow, D. B. Rogers : U.S. Patent No. 4,667,727; U.K. Patent GB 2,141,059A; U.K. Patent GB 2, 156, 720A.
- [6] H. Melde-Tuczai, W. Greylinger, and K. Nowotny : U.S. Patent No. 4, 971, 169.
- [7] D. Mills : 日本公開特許公報 昭59-64135.
- [8] M. Ebisawa, K. Shibata, and S. Kaiho : U.K. Patent GB 2, 194, 473A.
- [9] T. Sheppard and H. B. Mcshane : Powder Met., 3(1980), 120.
- [10] H. F. Fishmeister and E. Artz : Powder Met., 4(1978), 179.
- [11] K. E. Eastering and A. R. Tholen : Acta Met., 20(1972), 1001.