

강판으로 보강된 RC보의 에폭시-콘크리트 계면의 부착특성

박윤제¹⁾ · 신동혁²⁾ · 이광명^{2)*} · 신현목²⁾

¹⁾에스큐 엔지니어링 ²⁾성균관대학교 토목공학과

(2000년 12월 4일 원고접수, 2001년 4월 16일 심사완료)

Bonding Properties of Epoxy-Concrete Interface in RC Beams Strengthened by Steel Plate

Yoon-Je Park¹⁾, Dong-Hyuk Shin²⁾, Kwang-Myong Lee^{2)*}, and Hyuk-Mok Shin²⁾

¹⁾SQ Engineering, Seoul, 135-916, Korea

²⁾Dept. of Civil Engineering, Sungkyunkwan University, Suwon, 440-746, Korea

(Received December 4, 2000, Revised April 16, 2001)

ABSTRACT

Both strength and stiffness of RC structures strengthened by a steel plate greatly increase and however, their ductility might not be sufficient because premature failures usually occur at the adhesive-concrete interface. In this study, Mohr-Coulomb criterion was adopted to examine the bonding failure mechanism, and the diagonal shear bonding test, the direct shear bonding test, and the flexural test on RC beams strengthened by a steel plate were carried out to measure the bonding properties. It is found from the experimental and numerical results that the cohesive strengths of epoxy-concrete interfaces are ranging from 50 kgf/cm² to 70 kgf/cm² when the friction angle is 45°. Bonding failure loads can be predicted by applying the bonding properties to the structural analysis of RC beams strengthened by steel plate. By considering them in the design of strengthened beams, the premature failure would be effectively prevented.

Keywords : bonding, strengthening, epoxy-concrete interface, steel plate, Mohr-Coulomb criterion

1. 서 론

근래에 강판을 사용한 보강기술이 슬래브, 보 및 기둥과 같은 철근 콘크리트 부재에 널리 적용되고 있다. 강판으로 RC보를 보강하는 경우 보의 강도와 강성은 현저히 향상되지만, 보강부재가 조기파괴의 발생으로 인하여 완전 부착거동으로 가정하여 강도설계법으로 구한 내력을 발휘하지 못하는 경우가 많이 발생한다.

이러한 조기파괴는 주로 보강재 단부에서의 응력 집중 현상에 의해 발생하게 되며 이에 대하여 국내외에서 많은 연구가 수행된 바 있다. Jones et al.¹⁾은 강판 부착실험을 통해 부착계면의 접착력을 제안하였으며, Roberts²⁾는 부착계면의 전단응력과 수직응력을 계산하는 근사적인 이론식을 제안하였다. 또한 Ziraba et al.³⁾은 Roberts의 이론식을 수정하여 제안하였으며 타 연구자의 실험결과와 유한요소해석결과를 분석하여 계면의 부착특성인 내부마찰각과 접착력의 범위를 제시하였다. 한편, Arduini et al.⁴⁾은 사면각도가 다른 사전단 시편을 이용한 부착실험으로

부터 내부마찰각과 접착력을 결정하였다. Malek et al.⁵⁾은 탄소섬유쉬트로 보강된 실험체에서 부착계면의 응력을 파악하기 위하여 새로운 이론식을 제시하였으며 이 이론식의 결과와 FEM 해석결과를 비교하여 그 타당성을 입증하였다.

국내에서는 심중성 등⁶⁾과 조재열 등⁷⁾이 강판 단부에서의 계면응력을 계산하는 Roberts의 이론식을 수정, 제안하였으며, 심중성 등⁸⁾은 Malek et al.⁵⁾의 이론식을 수정, 제안한 바 있다. 박칠립 등⁹⁾은 탄소섬유보강 실험체에 대하여 평균부착응력개념을 도입하여 정착길이 내의 평균부착강도를 제안하였다.

이와 같이 강판 보강된 RC보의 조기파괴에 대한 연구가 활발히 진행되어 왔으나, 아직까지 조기파괴에 영향을 미치는 인자와 부착파괴규준이 명확히 구명되지 못하고 있는 실정이다.

본 연구에서는 강판으로 보강된 RC보에서 조기파괴가 발생하는 에폭시-콘크리트 계면의 부착파괴규준으로서 Mohr-Coulomb 규준을 채택하였다. 이 파괴규준과 관련된 부착특성인 내부마찰각 및 접착력 값을 결정하기 위하여 사전단 부착실험, 직접전단 부착실험 및 휨보강 부재실험을 수행하였다. 실험결과를 토대로 강판보강 철근콘크리트

* Corresponding author

Tel : 031-290-7516 Fax : 031-290-7549

E-mail : leekm@yurim.skku.ac.kr

트 부재의 보강설계시 부착파괴 하중을 예측하는데 적용할 수 있는 부착계면의 내부마찰각과 점착력의 범위를 제안하였다.

2. 보강보의 조기파괴

2.1 부착파괴

강판 혹은 FRP로 보강된 RC보의 파괴 양상에는 보강재의 항복파괴, 보강재의 과도한 보강으로 인한 압축축 콘크리트의 압축파괴 및 전단내력의 부족으로 인한 전단파괴가 있다. 또한 Fig. 1과 같은 조기파괴가 자주 발생하며 이와 같은 파괴양상은 전단철근, 보강 전의 균열 형태, 보강판의 길이 및 두께 그리고 보강판, 접착제 및 콘크리트의 강성과 같은 여러 인자에 의해 영향을 받는다.

강판이나 탄소섬유판을 보강재로 사용한 경우에 발생하는 조기파괴양상으로는 Fig. 1(a)와 같이 보강재 단부가 모체 콘크리트의 덮개를 물고 떨어지는 단락파괴(rip-off)와 Fig. 1(b)와 같이 보강재가 보강재 단부를 시작으로 모체 콘크리트로부터 떨어지는 부착파괴(bonding failure)가 있다. 또한, Fig. 1(c)에서와 같이 탄소섬유쉬트나 유리섬유쉬트 등을 보강재로 사용한 경우에 휨부재의 중간부 인장축에 발생하는 휨균열의 발달에 따라 보강재가 탈락되는 계면파괴(delamination) 현상이 있다. 이러한 조기파괴는 일반적인 해석방법에 의해 계산된 항복하중이나 극한하중에 도달하기 전에 부재가 취성파괴를 일으키게 되므로 설계시 반드시 고려되어야 한다. 자세한 부착파괴 양상은 한만엽과 백승덕¹⁰⁾에 의해 보고된 바 있다.

2.2 파괴기준

조기파괴의 3가지 형태 중에서 강판으로 보강된 RC보에서 주로 발생하는 Fig. 1(b)와 같은 조기파괴는 지점으로부터 일정한 거리 이상 떨어진 보강재 단부에서 보강재

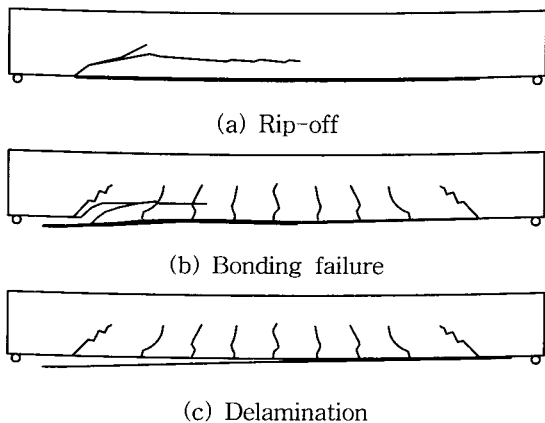


Fig. 1 Premature failure patterns in strengthened RC beams

와 콘크리트의 부착계면에 발생하는 전단 응력과 수직 응력이 커지게 되면 갑작스럽게 보강재가 모체 콘크리트로부터 떨어지는 부착파괴를 일으키면서 부재가 취성파괴를 일으키는 현상이다. 본 연구에서는 부착파괴의 기준으로 다음과 같은 Mohr-Coulomb 기준을 적용하였다.

$$\tau + \sigma \tan \phi \geq c \quad (1)$$

여기서, τ 와 σ 는 각각 예폭시-콘크리트 계면의 전단응력과 수직응력이며, c 와 ϕ 는 각각 점착력과 내부마찰각으로 실험을 통하여 결정할 수 있는 계면의 재료특성이다.

3. 실험 연구

3.1 사전단 부착실험

Mohr-Coulomb 기준의 점착력과 내부마찰각을 구하기 위하여 부착면에서 인장응력과 전단응력을 동시에 발생시킬 수 있는 사전단 부착실험체를 Table 1과 같이 30°, 45° 및 60°의 3가지 경사각도에 따라 각각 2개씩 총 6개를 제작하였다. 이 때 실험체에 인장력을 가할 수 있도록 하기 위하여 철근봉을 축이 일치하도록 하여 실험체 양쪽에 삽입하였다.

실험에 사용한 재료의 물성은 Table 2와 같으며, 콘크리트의 28일 압축강도는 설계기준강도 400 kgf/cm²를 훨씬 초과하는 533 kgf/cm²이었고, 조깅인장강도는 38 kgf/cm²이었다.

Table 1 Classification of diagonal shear specimens

Type	Inclination angle (deg.)	Epoxy thickness (mm)	Epoxy area (cm ²)
T-30-1	30	3	25 (=5×5)
T-30-2			
T-45-1	45		
T-45-2			
T-60-1	60		
T-60-2			

Table 2 Properties of materials used in diagonal shear specimens

Material	Comp. strength (kgf/cm ²)	Tensile strength (kgf/cm ²)	Modulus of elasticity (kgf/cm ²)	Bonding strength (kgf/cm ²)
Concrete	533	38	312,400	-
SB Grout	-	>300	>15,000 <35,000	>100
SB #101 (Putty)	-	>200	>40,000 <80,000	>110

접착제 주입전 실링 효과를 위하여 퍼티로 일본의 S회사 제품인 #101을 주재와 경화제를 7대 3으로 배합하여 사용하였고, 주입제도 같은 회사의 SB Grout를 사용하였으며 배합비율은 주재와 경화제의 비를 3대 1로 하였다. 사전단 실험체의 재하방법은 Fig. 2와 같으며 실험체의 양쪽에 삽입한 철근봉 주위에 와이어 걸이용 철근토막을 두 개씩 용접하고 와이어를 이 곳에 걸어서 재하함으로써 편심을 최소화시켰다.

3.2 직접전단 부착실험

에폭시-콘크리트 계면의 점착력을 구하기 위한 직접전단 부착실험을 위해 보강재의 부착폭은 3cm로 일정하게 하고, 부착길이에 따른 최대 점착력의 크기를 고찰하고자 부착길이를 7.5 cm, 10 cm 및 15 cm 등으로 변화시켜서 Table 3과 같이 총 3종류의 실험체에 대하여 각각 2개씩 총 6개의 실험체를 제작하였다. 사전단 부착실험체와 마찬가지로 철근을 콘크리트 블록 단부에 각각 삽입하여 인장력을 가할 수 있도록 하였다.

본 실험에 사용한 콘크리트와 에폭시의 물성은 사전단 부착실험에서 사용한 Table 1과 같고, 콘크리트에 부착된 강판의 항복강도는 $2,700 \text{ kgf/cm}^2$ 이었다.

사전단 부착실험 시편과 같이 인장시의 편심이 최소화 되도록 Fig. 3과 같이 하중을 재하하였다. 재하시의 슬립량을 측정하기 위하여 변위계(LVDT)를 실험체의 양쪽 측면에 1개씩 부착하여 두 콘크리트 블록 사이의 변위를 측정함으로써 휨보강된 RC보 계면의 전단탄성계수를 결정하였다. 전단응력의 분포를 구하기 위해서 강판의 폭이 작은 부위에 변형률 게이지를 부착하여 변형률을 측정하였다.

3.3 보강부재의 휨실험

강판으로 보강된 RC보의 부착과피하중을 결정하기 위해 강판으로 휨보강된 실험체를 제작하였다. 휨보강 부재

Table 3 Classification of direct shear specimens

Type	Bonding length (cm)	Bonding area (cm ²)	Epoxy thickness (mm)	Bonding width (cm)
S-7.5-1	7.5	45	3.0	13.0
S-7.5-2				
S-10-1	10	60		
S-10-2				
S-15-1	15	90		
S-15-2				

제작에 사용한 재료의 물성은 Table 4와 같으며, 콘크리트는 사전단 부착실험체와 동일한 것을 사용하였다. 또한, 강판의 항복강도는 $2,700 \text{ kgf/cm}^2$ 이었고, 에폭시 주입시는 접착강도가 85 kgf/cm^2 이상인 그라우트를 사용하였다.

실험체 상세 및 실험체의 종류를 Fig. 4와 Table 5에 각각 나타내었으며, 각 시험체에 4점 휨재하방법을 적용하여 하중을 가하였다. 강판의 두께를 3, 6 mm로, 보강길이를 150, 190 cm로 변화시켜 실험체를 제작하였다. 그리고 강판의 부착폭은 13cm이고 에폭시 두께는 3mm이었다.

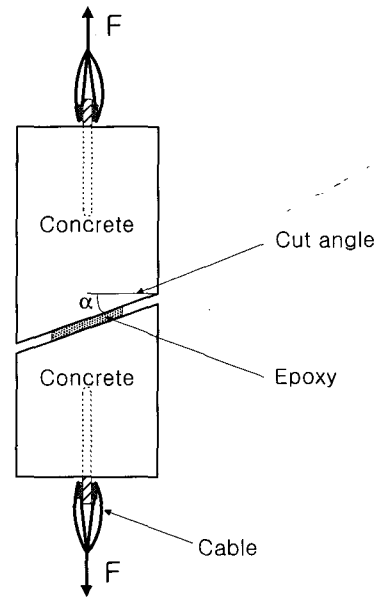


Fig. 2 Loading configuration of diagonal shear specimens

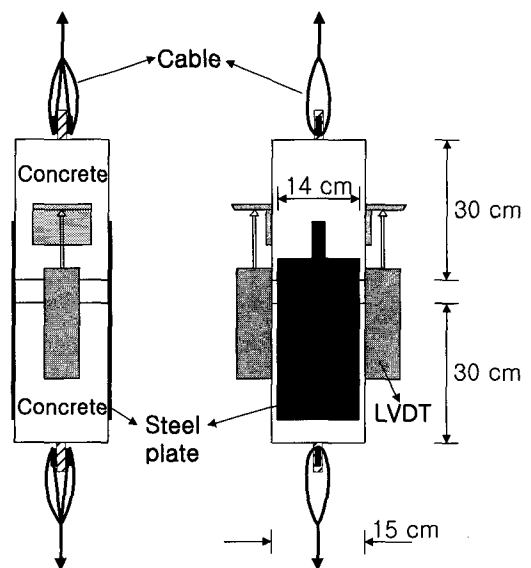


Fig. 3 Loading configuration of direct shear specimens

Table 4 Properties of materials used in RC beams strengthened by a steel plate (kgf/cm²)

Material	Yield strength	Tensile strength	Modulus of elasticity	Comp. and bonding strength
Steel bar (SD30)	3,500	6,200	2,000,000	-
Concrete	-	38	312,000	Comp. 533
Steel plate (SWS400)	2,700	4,500	2,100,000	-
TEP-324 (Grout)	423	423	12,800	Bonding >85
TEP-327 (Putty)	168	168	21,500	Bonding >224

Table 5 Classification of RC beams strengthened by steel plates

Specimen Type	Thickness of steel plate(mm)	Bonding length (cm)	Bonding width (cm)	Epoxy thickness (mm)
B3-150	3.0	150	13.0	3.0
B3-190	3.0	190		
B6-190	6.0	190		

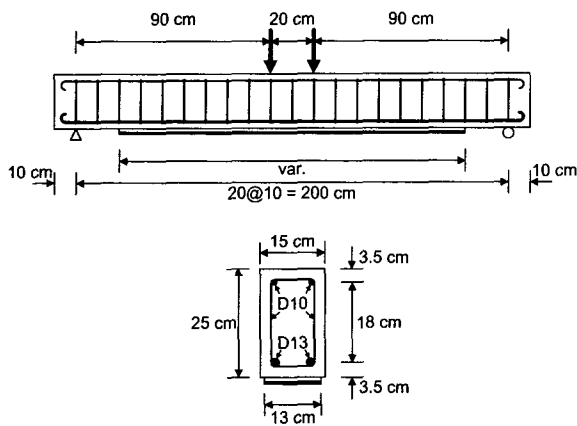


Fig. 4 Details of RC beams strengthened by a steel plate

4. 실험결과 및 분석

4.1 사전단 부착실험 결과

사전단 실험체의 부착파괴하중이 F 이고 접촉면적이 A 일 때, 부착계면에서 수직응력은 $\sigma = F \cos \alpha / A$ 로, 전단응력은 $\tau = F \sin \alpha / A$ 로 각각 구하여 Table 6에 나타내었다. 실험결과를 보면 사면각도가 커질수록 수직응력은 감소하고 전단응력은 증가함을 알 수 있다.

Table 6 Test results of diagonal shear specimens

Type	Inclination angle (deg.)	Normal stress (kgf/cm ²)	Shear stress (kgf/cm ²)
T-30-1	30	32.8	18.9
T-30-2		35.2	20.3
T-45-1	45	26.5	26.5
T-45-2		28.7	28.7
T-60-1	60	18.7	32.4
T-60-2		20.3	35.2

4.2 직접전단 부착실험 결과

보강된 강판의 부착길이에 따라 측정된 변형률을 이용하여 전단응력을 계산하였으며, 이를 하중의 증가에 따라 나타내는 Fig. 5를 보면 일반적인 부착계면의 전단응력분포와 같이 보강단부에서 최대의 응력값을 나타내고 단부에서 멀어질수록 전단응력이 감소함을 알 수 있다.

각 실험체에서 측정된 전단응력의 최대값 즉 부착계면의 점착력을 나타내는 Table 7을 보면 부착길이가 증가함에 따라 점착력이 작아지는 경향을 알 수 있으며, 모든 실험결과로부터 점착력이 50 kgf/cm²~70 kgf/cm²의 범위를 나타내었다.

S-10-2 실험체는 에폭시 주입불량으로 인한 부착단면 부족으로 매우 작은 최대전단응력 값을 나타냄으로 인해 실험결과에서 제외하였다.

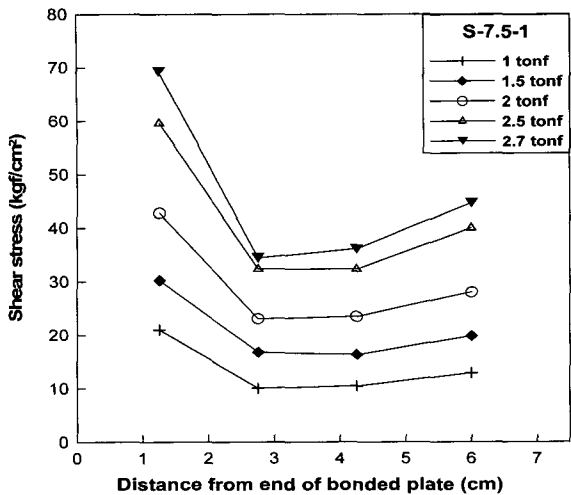
4.3 휨보강 부재실험 결과

휨보강 부재를 실험한 결과, B3-190 실험체는 휨파괴(연성파괴)가 일어났고 B3-150 실험체와 B6-190 실험체는 단부의 응력집중으로 인한 부착파괴가 발생하였다.

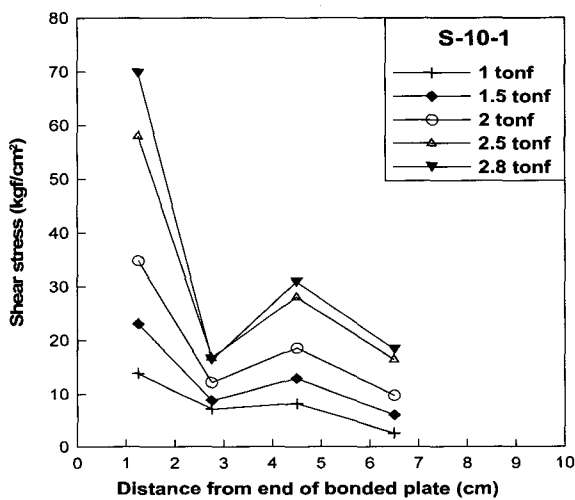
본 연구에서 실험한 휨보강 부재의 부착파괴하중과 심

Table 7 Test results of direct shear specimens

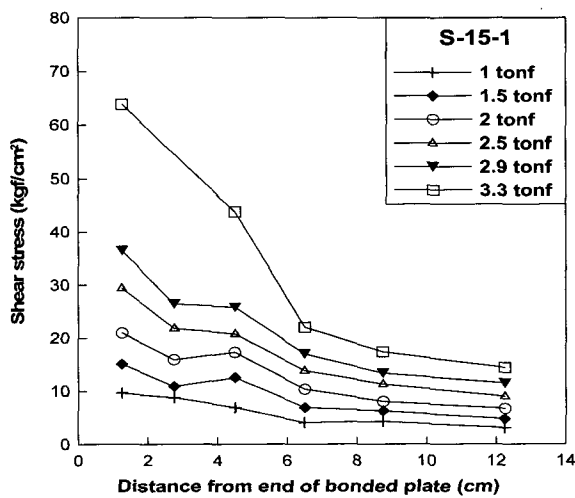
Type	Bonding length (cm)	Bonding area (cm ²)	Bonding failure load (tonf)	Cohesive strength (max. shear stress) (kgf/cm ²)
S-7.5-1	7.5	45	2.72	70
S-7.5-2			2.77	69
S-10-1	10	60	2.87	70
S-10-2		54	-	-
S-15-1	15	90	3.35	64
S-15-2			2.93	50



(a) S-7.5-1 specimen



(b) S-10-1 specimen



(c) S-15-1 specimen

Fig. 5 Distribution of shear stress along the epoxy-concrete interface

중성등⁶⁾의 휨부재실험을 통하여 얻은 부착파괴하중에 대하여, 유한요소해석을 통해 계면의 전단응력 및 수직응력을 구한 결과를 Table 8에 나타내었다. 유한요소해석은 강관보강된 RC보를 해석하기 위하여 개발된 유한요소해석 프로그램(RCSD-SB)을 이용하였다¹¹⁾.

Table 8을 보면 거의 모든 시험체의 전단응력과 수직응력이 비슷한 결과를 나타냄을 알 수 있다. 그러나 B6-190 실험체는 다른 실험체에 비하여 부착계면의 전단응력 및 수직응력이 작은 값을 보였는데, 이는 FEM해석 결과를 분석해 볼 때 강관의 두께가 커질수록 계면에서의 전단응력이 강관단부에서 작아지는 반면 강관단부를 제외한 나머지 부분에서 커지기 때문이라고 판단된다.

5. 계면의 부착특성 결정

5.1 부착실험 결과 적용

사전단 부착실험에서 얻은 Table 6의 결과로부터 점착력과 내부마찰각을 구하기 위하여 Fig. 6과 같이 실험결과를 Mohr원으로 나타내었다. 본 실험에서는 사전단 압축실험을 수행하지 않았기 때문에 직접 내부마찰각을 구하지 못하였으며, 타 연구자들^{1,3,4)}의 연구결과를 토대로 내부 마찰각을 각각 30°, 45°, 60°로 가정하여 Mohr원의 접선을 그어 점착력의 값을 비교, 분석한 결과, 내부 마찰각이 45°일 때 점착력이 52 kgf/cm² ~ 62 kgf/cm²의 범위를 가지며 Table 7의 직접전단 실험결과와 비교하여 가장 적절한 값을 나타내는 것으로 판단되었다.

휨보강 부재실험결과를 이용하여 수치해석적으로 계산된 Table 8의 계면응력 값을 가지고 Fig. 7과 같이 Mohr 원을 그려서 이 원에 접하는 내부마찰각이 45°인 접선을 그어 점착력의 범위를 산정한 결과, 점착력의 최소값은 43 kgf/cm²이고 최대값은 70 kgf/cm²를 얻었다. 여기에서 매우 작은 점착력 값을 가진 B6-190 실험체를 제외하면 점착력은 62 kgf/cm² ~ 70 kgf/cm²를 나타내었다.

Table 8 Shear and normal stresses at epoxy-concrete interface when the bonding failure occurs

Reference	Type	Bonding failure load (tonf)	Shear stress (kgf/cm ²)	Normal stress (kgf/cm ²)
Present study	B3-150	9.3	40.4	9.8
	B6-190	13.2	27.2	8.1
Sim et. al ⁽⁶⁾	S2-1.5	7.7	43.2	10.3
	S3-1.5	7.6	44.5	12.0
	S4-1.5	7.3	44.4	12.5

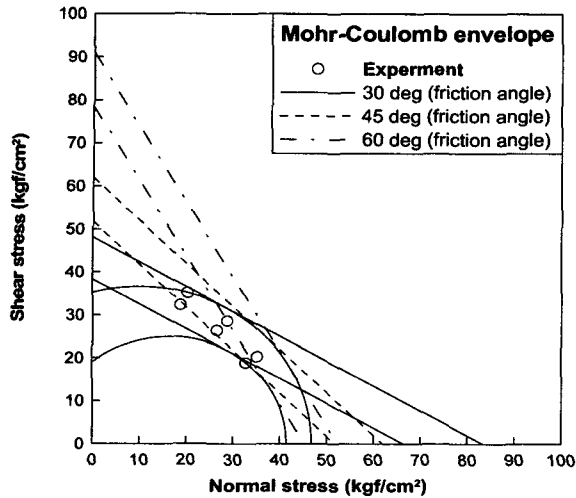


Fig. 6 Mohr-Coulomb failure envelope for epoxy-concrete interfaces of diagonal shear specimens

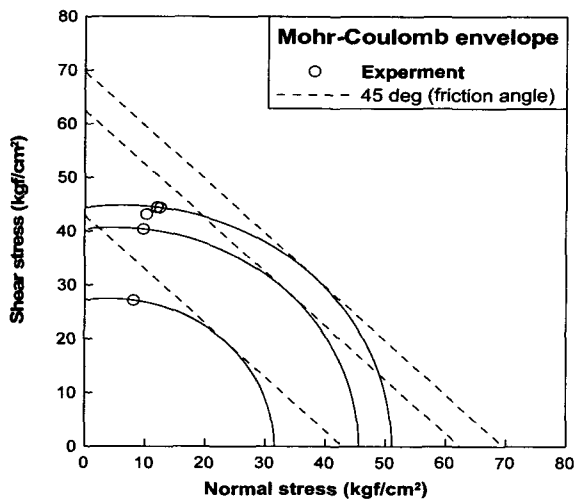


Fig. 7 Mohr-Coulomb failure envelope for epoxy-concrete interface of strengthened beam

Table 9 Friction angle and cohesive strength for epoxy-concrete interface

		Cohesive strength (kgf/cm ²)	Friction angle (deg.)
Jones et al. ¹⁾		54	-
Ziraba ³⁾		48 ~ 96	28
Arduini et al. ⁴⁾		50	59
Present study	Diagonal shear test	52 ~ 62	45
	Direct shear test	50 ~ 70	-
	Flexural test	62 ~ 70	45

사전단 실험결과와 휨보강보의 실험결과를 직접전단 실험결과인 50 kgf/cm²~70 kgf/cm²의 점착력 값과 비교할 때 매우 근사한 값을 나타냄을 알 수 있다.

5.2 내부마찰각과 점착력의 범위 제안

본 연구와 타 연구에서 구한 내부마찰각 및 점착력의 범위를 Table 9에 정리하여 나타내었다. 타 연구자의 결과를 보면 점착력은 48 kgf/cm²~96 kgf/cm²이고 내부마찰각은 28°와 59°로 비교적 넓은 범위의 값을 나타내고 있음을 알 수 있다. 내부마찰각과 점착력의 결정에 있어서 연구자마다 실험방법이 각기 다르며, 콘크리트의 강도, 콘크리트 부착표면의 거칠기 정도 및 점착제의 특성 등이 각기 다르기 때문에 결과를 단순비교를 하기는 어려우나 본 연구의 실험결과를 타 연구자의 실험결과와 상대 비교하여 볼 때 내부마찰각은 다소 큰 차이가 있으나 점착력은 근사한 것으로 판단된다.

Table 9에 주어진 계면의 내부마찰각 및 점착력을 종합적으로 분석해 볼 때, 보강보의 설계시 부착과괴 하중을 예측하기 위한 부착특성은 내부마찰각이 45°일 때 점착력은 대략 50 kgf/cm²~70 kgf/cm² 정도인 것으로 판단되어 이 값을 강판보강 RC보의 부착과괴하중에서의 부착계면의 점착력 및 내부마찰각으로 제안하였다.

6. 결 론

본 연구로부터 얻은 결론은 다음과 같다.

1) 계면의 부착특성인 내부마찰각과 점착력을 결정하기 위하여 사전단 부착실험, 직접전단 부착실험 및 휨부재실험을 수행하였으며 그 결과들을 타 연구자의 결과들과 비교, 분석하였다.

2) 실험과 수치해석을 통하여 일반적인 상용 점착제를 사용하여 강판을 보강한 경우 에폭시-콘크리트 계면의 내부마찰각이 45°일 때 점착력은 50 kgf/cm²~70 kgf/cm²을 얻었다.

3) 강판으로 보강된 철근콘크리트 부재설계시 Mohr-Coulomb 파괴규준에 본 연구에서 제안한 내부마찰각과 점착력의 값을 적용하여 조기과괴 하중을 예측할 수 있을 것으로 사료된다.

감사의 글

본 연구를 지원해 준 (주) 현대건설 기술연구소와 (주) 한국 쇼본드 건설에 깊이 감사드립니다.

참고문헌

1. Jones, R., Swamy, R. N. and Charif, A., "Plate Separation and Anchorage of Reinforced Concrete Beams Strengthened by Epoxy-Bonded Steel Plates," *The Structural Engineer*, Vol.66, 1988, pp.85~94.
2. Roberts, T. M., "Approximate Analysis of Shear and Normal Stress Concentrations in the Adhesive Layer of Plated RC Beams," *The Structural Engineer*, Vol.67, No.12, 1989, pp. 229~233.
3. Ziraba, Y. N., "Non-Linear Finite Element Analysis of Reinforced Concrete Beams Repaired by Plate Bonding," Ph. D. Dissertation, King Fahd University of Petroleum and Minerals, 1993.
4. Arduini, M., Tommaso, A. D. and Nanni, A., "Brittle Failure in FRP Plate and Sheet Bonded Beams," *ACI Structural Journal*, Vol.94, No.4, 1997, pp.363~370.
5. Malek, A. M., Saadatmanesh, H. and Ehsani, M. R., "Prediction of Failure Load of R/C Beams Strengthened with FRP Plate due to Stress Concentration at the Plate End," *ACI Structural Journal*, Vol.95, No.2, 1998, pp.142~152.
6. 심종성, 배인환, "강판 및 탄소섬유로 보강된 철근콘크리트에 대한 해석적 연구," 한국콘크리트 학회지, 제9권 6호, 1997. 12, pp.129~137.
7. 오병환, 강동욱, 조재열, "강판 휨보강된 철근콘크리트 보의 파괴기구 및 박리하중 산정 이론연구," 한국콘크리트 학회지, 제9권 6호, 1997. 12, pp.243~254.
8. 심종성, 한만엽, 김규선, 이인범, "강판으로 보강된 RC 보의 부착파괴거동제어에 관한 실험적 연구," 한국 콘크리트학회 봄학술발표회 논문집, 제10권 1호, 1998, pp.585~592.
9. 박철림, 황진석, 박형철, 백명중, "탄소 섬유쉬트로 보강된 철근콘크리트보의 부착파괴거동에 관한 실험적 연구," 한국콘크리트 학회지, 제9권 6호, 1997. 12, pp.157~164.
10. 한만엽, 백승덕, "탄소섬유 보강공법의 조기 탈락방지 공법 개발연구," 한국콘크리트학회 논문집, 제12권 1호, 2000. 2, pp.61~68.
11. 박윤제, 신동혁, 이광명, 신현목, "강판으로 보강된 RC 보의 부착파괴하중 예측," 한국콘크리트학회 가을학술 발표회 논문집, 제11권 2호, 1999, pp.821~826.

요 약

강판으로 철근콘크리트 보를 휨보강하면 보의 강성과 강도는 현저하게 증가하나 부착면에서의 조기파괴로 인하여 충분한 연성을 발휘하지 못하는 경우가 자주 발생한다. 본 연구에서는 에폭시와 콘크리트 계면에서의 부착파괴 메커니즘을 규명하기 위하여 Mohr-Coulomb 기준을 채택하였으며, 에폭시-콘크리트 계면의 부착특성을 결정하기 위하여 사전단 부착실험, 직접전단 부착실험 및 휨보강 부재실험을 수행하였다. 실험과 수치해석을 통하여 에폭시-콘크리트 계면의 내부마찰각이 45° 일 때 점착력은 50 kgf/cm²~70 kgf/cm²을 얻었으며, 이를 강판으로 보강된 RC보의 구조계산에 적용하여 파괴하중을 예측함으로써 보강보의 조기파괴를 효과적으로 방지할 수 있을 것으로 판단된다.

핵심용어 : 부착, 보강, 에폭시-콘크리트 계면, 강판, Mohr-Coulomb 기준
