

확폭교량 RC 상판의 휨거동에 관한 연구

A Study on the Flexural Behaviors of RC Slabs of Widened Bridges

홍순길*

장동일**

Hong, Soon Kil Chang, Dong Il

요 약

교량의 확폭공사에는 대개 기설부와 신설부 교량을 일체화시키는 접합시공법이 행해지고 있다. 그러나 접합시공방법은 설계 및 시공상 여러가지 복합적인 문제를 야기시킨다.

본 연구는 실험 및 구조해석을 통하여 접합시공에 따른 제반 문제점중 확폭교량 시공방법에 따른 구조거동과 콘크리트 양생시 기설부 교량을 통과하는 차량에 의해 발생하는 진동이 신설부 교량에 미치는 영향을 조사하고자 실시하였다.

연구결과, 낮은 하중에서 접합면에 휨균열이 발생하였고, 접합부 철근에서 약간의 응력집중현상 및 철근과 콘크리트간에 슬립현상이 관찰되었으나, 접합시공에 따른 전체적인 강도의 감소는 미소하였다. 또한, 신설부 교량의 콘크리트 양생중 진동에 의한 강도의 감소는 없음을 알 수 있었다.

Abstract

Most widened bridges have been constructed by the joining-construction method that makes new and existing bridges structurally a single structure. Since the joining-construction method has several problems in design and construction viewpoint, this study is conducted in order to investigate the structural behaviors of RC slabs, which are widened and influenced by traffic-induced vibration of existing bridge during placing and curing of new concrete, with the prototype flexural strength test and FEM analysis.

It was found that cracks are generated in construction joint at low applied load and that stress concentration at the joints and slips between steel bar and concrete are occurred. But, the decreasing of load carrying capacity is negligible according to the traffic-induced vibration as well as the difference of construction method.

keywords : widened bridge, RC slab, joining-construction method, traffic-induced vibration, flexural strength test, FEM analysis

* 정회원, 한양대학교 공과대학 토목공학과 박사과정
** 정회원, 한양대학교 공과대학 토목공학과 교수

• 본 논문에 대한 토의를 1994년 8월 30일까지 학회로 보내
주시면 1994년 10월호에 토의회답을 게재하겠습니다.

1. 서 론

경제성장과 더불어 급격히 증가하는 도로 교통량을 수용하기 위하여 최근 기존 도로의 확폭시공이 일반국도 및 고속도로상에서 새로운 도로의 신설과 함께 활발하게 시행되고 있다. 기존의 도로를 확폭할 경우 교량의 확폭은 필연적이며, 교량 확폭에는 교통처리문제, 현장시공여건, 주변환경조건 및 경제성⁽¹⁾ 등 여러 가지 요인에 따라 시공방법이 채택되고 있다.

확폭 시공방법은 크게 분리시공과 접합시공 두 가지로 나눌 수 있다. 분리시공이란 기설부와 신설부 교량 사이에 종방향의 조인트를 설치하고 두 교량을 완전히 분리시켜 서로 독립된 교량으로 시공하는 방법이며, 접합시공은 신설부와 기설부 교량의 접합부를 시공이음으로 처리하여 일체화시키는 시공법이다⁽²⁾.

분리시공에 의한 교량의 확폭은 신설부와 기설부의 두 교량 사이에 생기는 시공단차와 통행차량에 의한 부등변위 등에 의해서 차량의 승차감이 저하된다. 특히 장경간 강교의 경우에는 단차의 크기가 커서 고속으로 주행하는 차량에 순간적인 교통사고의 위험성을 내재하고 있다. 또한 누수, 부식 및 통행차량에 의한 충격 등에 의해 주기적인 조인트의 유지보수문제 및 보수중의 교통지체 등 많은 문제점을 안고 있어 도로의 평탄성 및 고속성을 중요시하는 고속도로의 교량확폭 시공에는 대부분 접합시공방법이 채택되고 있다. 접합시공방법은 신설부 교량을 기설부 교량에 직접 맞대어 시공하는 직접접합시공과 신설부 교량을 기설부 교량과 일정거리 띄워서 분리시공한 후 그 사이를 무수축콘크리트(또는 팽창콘크리트)에 의해서 접합시공하는 방법으로 나눌 수 있으며, 이 경우에도 기설부와 신설부 교량의 설계하중 차이, 기설부 교량의 건전도 문제, 기설부와 신설부 교량의 재령차에 따른 건조수축 및 크리이프의 영향, 신설부 교량의 동바리 제거시 기설부 교량이 부담하는 추가응력 및 기설부와 신설부 교량 접합부에서의 균열발생 등 시공 및 설계상 복합적인 문제가 발생하게 된다^(1~3).

본 연구는 접합시공에 의한 교량확폭에 관련해

서 발생하는 제반 문제점중 접합부의 강도특성 및 시공중 교통처리방법을 분석하여 확폭교량 상판의 거동특성을 규명하고 합리적인 시공방법을 도출하고자 실시되었다. 이를 위하여 단순보 및 연속보의 휨강도실험을 실시하였으며, 실험결과와 검증과 실험방법의 타당성을 확인하기 위하여 구조해석을 병행하였다.

2. 실험개요

2.1 사용재료

시험체 제작을 위하여 사용한 철근은 KS D 3504에 규정되어 있는 이형철근 H16(주철근용)과 H13(배력철근용)을 사용하였으며, 콘크리트는 물-시멘트비 45.2%, 슬럼프 12cm로 하여 재령 28일의 압축강도가 270kg/cm²이 되도록 배합설계하였다. 시멘트는 제 1종 보통 포틀랜드시멘트를 사용하였으며, 골재는 한강에서 채취한 강모래, 강자갈로서 각각의 조립율과 비중은 표 1과 같다. 콘크리트의 배합설계표는 표 2와 같다.

Table 1 Physical properties of aggregates

	Fine aggregate	Coarse aggregate
Fineness modulus	2.80	6.50
Specific gravity	2.60	2.65

Table 2 Mix proportions of concrete

G _{max} (mm)	Slump (cm)	W/C (%)	S/a (%)	Air (%)	Proportion by unit weight (kg/m ³)				Admixture (g/m ³)
					Water	Cement	Fine agg.	Coarse agg.	
25	12	45.2	44.0	3~5	178	394	769	997	790

2.2 시험체

본 연구를 위하여 제작한 시험체의 제원은 확폭 교량의 특성을 최대한 반영하기 위하여 현재 경부 고속도로상에서 확폭시공중에 있거나 또는 확폭시공이 완료된 4개 교량의 제원을 조사하여 이로부터 표 3과 같은 자료를 획득하였다. 표 3의 확폭 교량 상부구조의 제원과 주형이 있는 교량 상판

Table 3 Dimensions of super structure of widened bridges

Girder spacing (m)	Slab depth (cm)	Spacing of main reinforcement (cm)		Spacing of distribution bar (cm)	
		upper	lower	upper	lower
2.4	20	H16×20	H16×10	H13×20	H13×10

Table 4 Dimensions of specimens (unit : cm)

	Simple beam	Continuous beam
일체치기 시험체		
직접접합 시험체		
무수축접합 시험체		

횡단면의 모멘트 영향선을 고려하여 시험체의 제원을 결정하였으며, 시험체의 제원 및 형상은 표 4와 같다. 시험체의 설계는 기존의 교량 설계방법인 허용응력설계법에 따라 설계하였다.

시공방법별 접합부의 강도특성 및 시공중 교통처리방법을 분석하기 위하여 본 연구에서는 시험체의 시험변수를 시공방법, 접합면 처리방법 및 신콘크리트(직접접합 시험체) 또는 무수축콘크리트(무수축접합 시험체) 양생중 진동의 유무로 정하였다. 시험변수별 시험체의 분류는 표 5와 같다.

표 5의 시험변수중 시공방법에 대한 시험변수는 확폭교량의 접합시공시 일반적으로 선택되어지는 직접접합시공법과 무수축접합시공법으로 하였으며, 일체치기 시험체는 교량 상판의 원상태를 나타내는 것으로 확폭교량 상판과 일반교량 상판의 거동을 비교하기 위한 것이다. 양생중 진동의 유무는 시공시 또는 양생시에 기설부 교량을 통과하는 차량에 의해 발생하는 진동이 신설부 교량에

Table 5 Description of specimens used in test

Specimen series	Construction method			Construction joint		Vibration during curing		Loading condition		
	일체치기	직접접합	무수축접합	Chipping +bond	Nontreated	Nonvibrated	Vibrated	3point line load	Concentrated load	4point line load
Simple beam	SW-1	○				○		○		
	SW-2	○				○			○	
	SND-1		○			○		○		
	SND-2		○			○			○	
	SNDB-1		○		○		○		○	
	SNDB-2		○		○		○			○
	SNE-1			○		○		○		
	SNE-2			○		○		○		
	SNE-3			○		○			○	
	SNE-4			○		○			○	
	SVD-1		○			○		○		
	SVD-2		○			○		○		○
	SVE-1			○		○		○	○	
	SVE-2			○		○		○	○	
	SVE-3			○		○		○		○
	SVE-4			○		○		○		○
Continuous beam	CW	○			○	○				○
	CND		○		○	○				○
	CNE			○	○	○				○
	CVD		○		○	○	○			○
	CVE			○	○	○	○			○

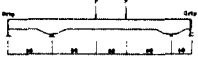
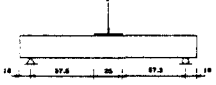

미치는 영향을 살펴보기 위한 것으로 진동 시험체에 대한 진동조건은 고속도로상에 위치한 교량을 대상으로 실측한 자료⁽⁶⁾ 및 일본도로공단시험소의 자료^(7,8)를 근거로 하여 진동수 4Hz, 진폭 1mm로 정하였다. 진동시험체의 제작을 위해 신콘크리트부에 동바리를 설치하고 50ton 용량의 피로시험기(Hydraulic servo pulser)를 이용하여 진동을 가하였다. 콘크리트의 초결 및 종결은 각각 1~10시간 범위이고 이후부터는 강도발현단계인 경화단계이므로 이를 고려하여 진동유지시간을 20시간으로 정하였다. 하중재하방법중 집중하중은 운하중을 모사하기 위한 것으로 일본 도로교시방서⁽⁹⁾에 규정되어 있는 바퀴면적을 지압과피가 방지되는 최소면적을 고려하여 1 : 2.5의 비율로 축소한 10×25cm의 가압판을 적용하였다.

2.3 실험방법 및 측정

2.3.1 재하방법

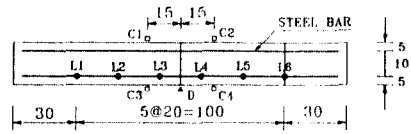
시험체의 지점조건 및 재하방법은 표 6과 같다. 연속보의 휨강도실험은 시험체가 연속보 거동을 하도록 유도하기 위하여 시험체의 양끝단에 Grip 장치를 설치하여 실험을 실시하였다.

Table 6 Test setups for simple and continuous beams (unit : cm)

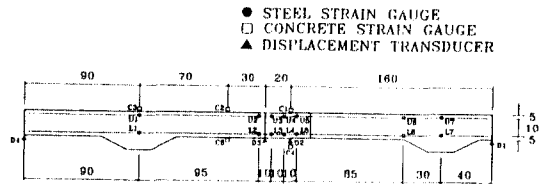
	Simple beam	Continuous beam
4point line load		
3point line load		
Concentrated load		

2.3.2 측정

단순보 및 연속보의 휨강도실험은 100ton 용량의 만능시험기를 사용하여 가력하였으며, 실험시 하중재하속도는 100kgf/sec로 극한하중에 도달



(a) Simple beam



(b) Continuous beam

Fig. 1 Locations of measuring sensors(unit : cm)

할 때까지 일정하게 유지하였으며, 하중이 1000kgf씩 증가할 때마다 육안, 변형계이지 및 변위변환기에 의해 시험체의 균열진전상황, 하중과 콘크리트의 변형을 관계, 하중과 철근의 변형을 관계 및 하중과 변위 관계를 측정하였고, 시험체 파괴시의 극한하중을 조사하였다. 응답측정용 변형계이지 및 변위변환기의 부착위치는 그림 1과 같다.

3. 실험결과 및 분석

3.1 단순보의 휨거동

3.1.1 휨강도실험

단순보의 휨강도실험으로 부터 측정된 시험체의 균열하중 및 극한하중 그리고 재하하중 20ton에서 시험체 중앙부의 변위를 표 7에 정리하였다. 표 7의 균열하중은 육안 및 하부철근의 하중 변형률선도의 기울기변화로 부터 추정된 값이다.

표 7의 결과로 부터 시험변수에 대한 극한하중을 그림 2에 나타내었다. 그림 2에 의하면 시공방법에 따른 극한하중은 직접접합 시공법과 무수축접합 시공법 사이에 약 10% 이하의 차이를 나타냈으며, 일체치기 시험체보다 4.5~29.6% 정도의 강도감소를 나타내어 접합시공에 따른 확폭교량의 상판은 접합부의 존재에 따른 다소의 강도감소

Table 7 Test results of simple beams

Loading condition	Specimen series	Deflection (mm)	Cracking load(ton)		Ultimate strength (ton)
			Strain gauge	Visual inspection	
3point line load	SW-1	4.77	4.5	8.0	28.6
	SND-1	6.63	3.0	3.4	28.5
	SNDB-1	5.06	2.0	3.0	26.0
	SNE-1	6.03	3.0	3.0	21.0
	SNE-2	4.01	2.0	3.0	28.3
	SVD-1	5.97	2.0	5.8	27.0
	SVE-1	7.35	2.0	7.0	29.8
	SVE-2	5.23	1.5	6.0	30.0
Concentrated load	SW-2	4.40	3.0	10.0	35.5
	SND-2	5.43	3.3	-	25.5
	SNDB-2	4.32	2.0	4.0	24.5
	SNE-3	5.41	1.0	2.0	24.5
	SNE-4	3.49	3.0	3.0	26.8
	SVD-2	3.35	2.0	4.7	30.6
	SVE-3	5.02	2.0	2.0	30.0
	SVE-4	3.78	2.0	3.0	28.5

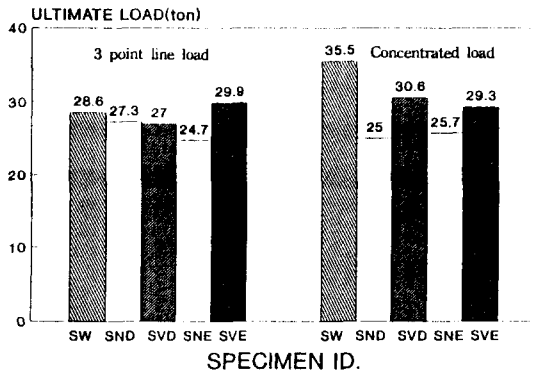


Fig. 2 Ultimate flexural strengths

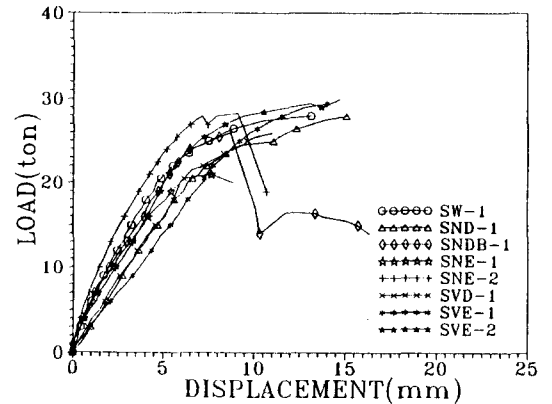
현상을 수반하나 접합시공방법의 차이에 따른 영향은 크지 않음을 알 수 있었다.

표 7 및 그림 2에 의하면 신콘크리트 양생중 기설부 교량을 통과하는 차량에 의해 유발되는 진동의 영향에 의해서 초기에 신·구콘크리트접합면을 따라 휨균열이 먼저 발생하였으나, 극한하중은 오히려 무진동 시험체보다 21.1%까지 강도가 증진됨을 알 수 있었다. 이러한 경향은 직접접합 시공법보다는 무수축접합 시공법의 경우에 있어서 더욱 뚜렷하였다. 이는 양생중 가해진 진동의 영향에 의하여 철근과 콘크리트의 부착강도 증진 및

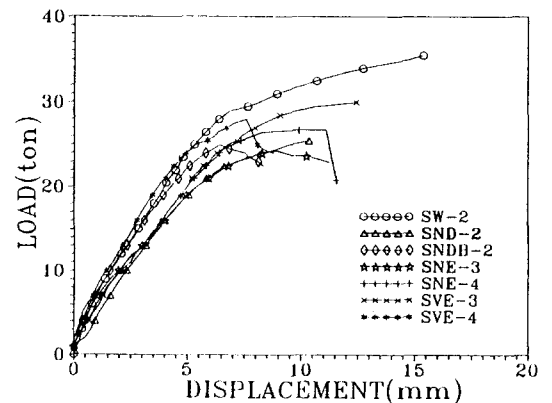
균지 않은 콘크리트의 다짐층대에 기인되는 것으로 사료된다. 양생중 가해진 진동조건(진동수 4Hz, 진폭 1mm)을 고려해 볼 때 공용하중에 의해 발생하는 확폭교량 상판의 진폭이 1mm이내인 단경간의 콘크리트교의 확폭시공은 우회도로의 신설없이 기설부 교량으로 차량을 통행시키면서 확폭시공이 가능하며, 시공방법은 무수축접합 시공법이 직접접합 시공법보다 효과적임을 알 수 있었다.

접합면의 처리방법에 대해서는 접합면을 chipping한 후 접착제를 도포한 경우와 무처리한 경우 극한하중에 큰 차이를 나타내지 않고 있어 접합면 처리방법에 따른 영향은 미미하였다.

그림 3은 시험체의 중앙부에서 측정된 각 시험체의 하중-변위선도를 나타낸 것이다. 그림 3을



(a) 3 point line load



(b) Concentrated load

Fig. 3 Load-deflection curves

살펴보면 시공방법의 차이 및 양생중 진동의 유무에 따라 뚜렷한 경향은 나타나지 않으나, 대체적으로 일체치기 시험체, 무수축접합 시험체, 직접접합 시험체의 순서로 변위가 증가하였으며, 무진동 시험체보다는 진동 시험체의 변위가 다소 크게 나타났다.

시험체의 철근 및 콘크리트에 부착된 변형계이므로 부터 측정된 부위별 하중-변형률선도를 시공방법 및 양생중 진동의 유무에 따라 비교해 본 결과, 초기하중에서 진동 시험체가 무진동 시험체보다 큰 변형을 나타내었으며, 시공방법에 따라서는 무수축접합, 일체치기, 직접접합의 순서로 변형률이 증가하였으나, 그 차이는 크지 않아 접합 시공에 따른 과응력의 부담은 없는 것으로 판단된다. 그림 4는 접합부 부근의 하부철근에 부착한 변형계이므로 부터 측정된 하중-변형률선도를 나타낸 것이다.

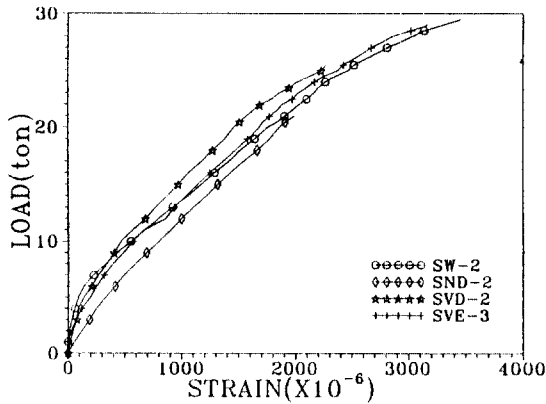


Fig. 4 Load-strain curves

3.1.2 해석치와 실험치의 비교

본 연구에서는 실험결과의 검증과 실험방법의 타당성을 확인하기 위하여 비선형해석에 적합한 범용 구조해석 프로그램인 ADINA(Automatic Dynamic Incremental Nonlinear Analysis)를 사용하여 구조해석을 실시하였다. 유한요소해석시 콘크리트에 대해서는 6절점 2차원 요소, 철근에 대해서는 3절점 트러스 요소를 사용하였으며, 그림 5에 해석모형을 나타내었다. 하부 철근을 덮고 있는 하부 콘크리트는 해석모형에서 제외하였다.

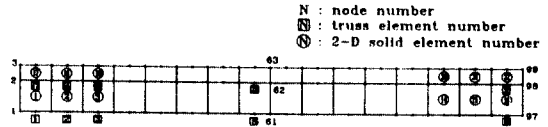


Fig. 5 Structural analysis model

Table 8 Material variables of steel bar(unit : kg/cm²)

Material variable	Symbol	Value
Young's modulus	E_s	2040000
Strain hardening modulus	E_s'	20400
Yield stress	σ_y	4385

Table 9 Material variables of concrete(unit : kg/cm²)

Material Variable	Symbol	Specification of concrete		
		Old concrete	New concrete	Expansive concrete
Maximum compressive stress	σ_c	438	336	218
Tensile stress	σ_t	42	37	30
Young's modulus	E_c	226000	224000	213000

철근과 콘크리트의 재료변수는 재료의 기본 물성 실험을 통하여 측정된 결과에 기초하였으며, 철근과 콘크리트의 재료변수는 각각 다음 표 8 및 표 9와 같다.

일체치기와 직접접합, 무수축접합인 경우에 대한 구조해석을 실시한 후, 이로부터 각 시공방법별로 시험체 중앙부의 하중-변위선도를 비교한 것이 그림 6이다. 그림 6에서는 20ton 이하의 하중까지는 세 시험체가 같은 곡선을 따라 변위가 발

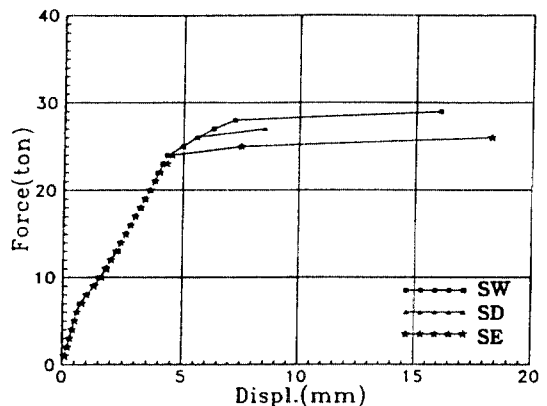


Fig. 6 Load-deflection curves for FEM analysis results

생하지만 극한하중에 이르면서 달라지게 되며, 이는 콘크리트의 비선형성이 증대되면서 각 시험체를 구성하고 있는 콘크리트의 압축강도가 서로 다르기 때문이다. 이로 인하여 극한하중은 28, 26, 24ton으로 조금씩 감소하고 있다. 세 곡선 모두 7ton과 24ton에서 기울기가 급히 변하는데 이는 콘크리트의 균열 및 철근의 항복의 비선형적 거동에 의한 것이다.

Table 10 Comparisons of measured and analyzed results

		Analyzed results	Measured result	
			3point line load	Concentrated load
Ultimate strength (ton)	일체치기	28.0	28.6	35.5
	직접접합	26.0	27.3	25.0
	무수축접합	24.0	24.7	25.7
Cracking load (ton)	일체치기	7.0	8.0	10.0
	직접접합	7.0	3.2	4.0
	무수축접합	7.0	3.0	2.5
Deflection (mm)	일체치기	3.7	4.8	4.4
	직접접합	3.7	5.9	4.9
	무수축접합	3.7	5.0	4.5

표 10에 극한하중, 균열하중 및 변위에 대해 해석치와 실험치를 정리하였다. 실험치의 균열하중은 육안관찰에 의한 것이며, 변위는 재하하중 20ton에서의 값이다. 그림 7은 일체치기 시험체에 대해 시험체 중앙부의 변위와 변형률을 해석치와 실험치를 비교한 것으로 해석치는 그림에서 N.R.로 나타냈다. 표 10과 그림 7로 부터 해석치와 실험치간에 약간의 차이는 있지만 이는 재료의 이상화에 기인되는 것으로 판단되며, 대체로 해석치와 실험치간에 수치 및 경향에 있어 잘 부합됨을 알 수 있다.

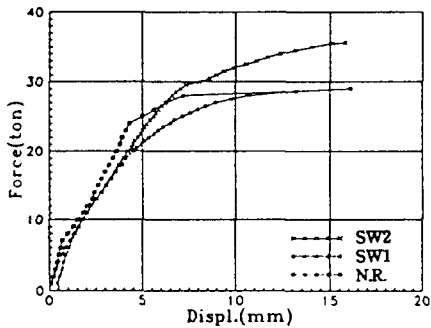
한편, ADINA를 통하여 모사된 하중단계별 콘크리트의 균열진전상황을 실험치와 비교한 것이 그림 8이다. ADINA를 통한 모사결과는 시험체내에 구역으로 표시하였으며, 실험결과는 실선으로 표시하였다. 그림에서 알 수 있는 바와 같이 해석치와 실험치 상호간의 하중단계별 균열진전상황이 대체로 일치하고 있음을 알 수 있다.

3.2 연속보의 휨강도실험

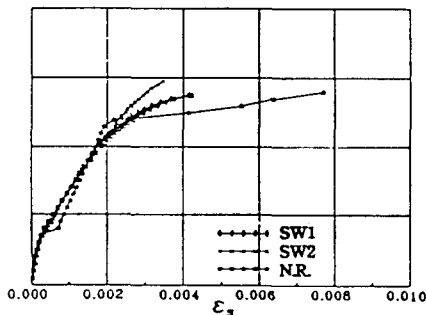
주형을 갖는 교량 상판의 거동은 연속보거동을 하기 때문에 이를 고려하기 위하여 지점조건을 표 6에 나타낸 것과 같이 이상화하여 연속보의 휨강도실험을 실시하였다. 연속보의 휨강도실험으로부터 측정된 시험체 파괴시의 극한하중을 막대 그래프로 나타내면 그림 9와 같다.

시공방법에 따른 극한하중을 일체치기 시험체를 기준으로 하여 비교해 보면 직접접합의 경우 92~96% 그리고 무수축접합의 경우 92~100%로 나타나 시공방법의 차이에 따른 극한하중의 차이는 미소하였다. 양생중의 진동유무에 따라서는 직접접합의 경우에는 무진동 시험체가 진동 시험체보다 큰 극한하중을 나타내었으나, 무수축접합의 경우에는 진동 시험체가 무진동 시험체보다 크게 나타났다. 이상의 결과는 단순보의 휨강도실험의 결과와 잘 부합되는 사실로 접합시공에 따른 다소의 강도감소현상은 발생하나 전체적인 구조거동상에 큰 영향을 미칠 정도는 아니며, 양생중 진동의 영향에 의한 강도감소현상은 없었다.

접합부 부근의 하부철근에서의 응력분포를 살



(a) Deflection



(b) Strain

Fig. 7 Comparisons of measured and analyzed results

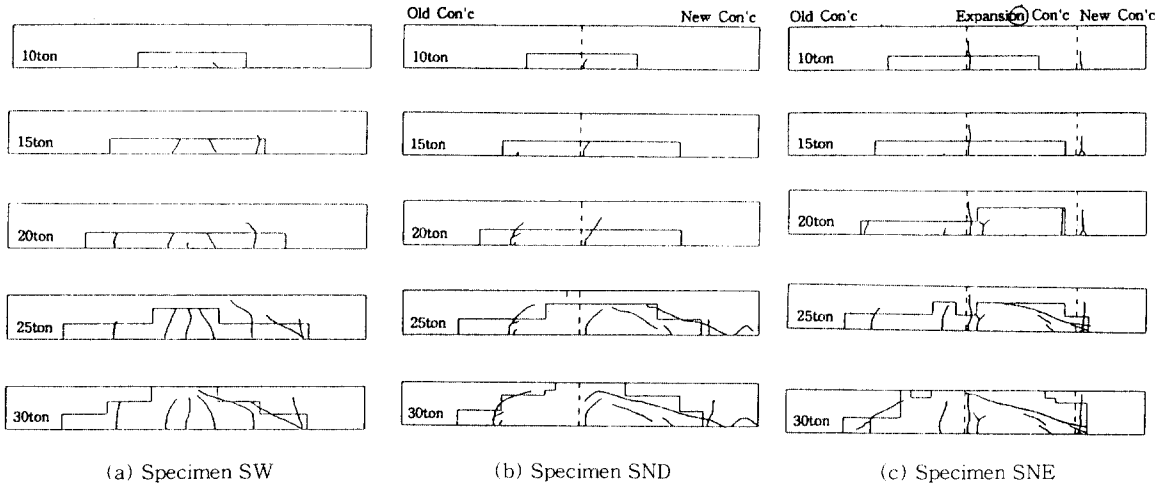


Fig. 8 Comparisons of crack patterns measured and analyzed results

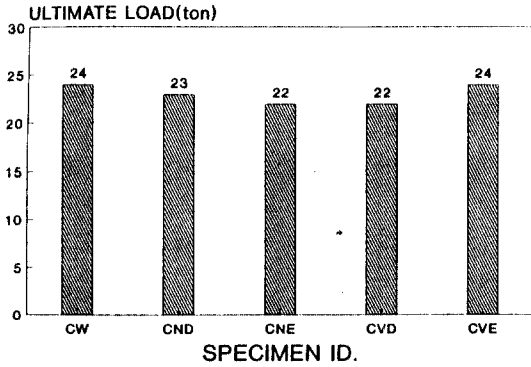


Fig. 9 Ultimate flexural strengths

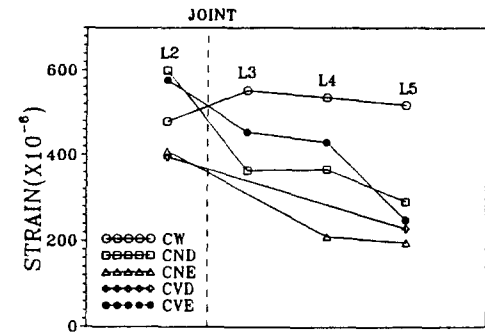
펴보기 위하여 재하하중 5, 10, 15 및 20ton 일 때의 각 시험체의 변형률을 그림 10에 나타내었다. 그림 10에 의하면 일체치기 시험체는 변형계이지 L2, L3, L4 및 L5의 위치에서 거의 비슷한 변형률을 나타내고 있을 뿐만 아니라 하중증가에 따른 변형률의 증감경향도 초기에는 다른 시험체보다 큰 변형률을 나타내지만 하중이 증가함에 따라 상대적으로 감소하는 경향을 보이고 있다. 그러나 직접접합이나 무수축접합 시험체의 경우에는 접합부에 가까운 위치(L2, L3)에서 변형률이 상대적으로 큼을 알 수 있다. 이러한 현상은 접합면이 있는 시험체의 경우, 접합면의 결함으로 인해 일체치기 시험체에 비해 상대적으로 큰 균열이 발생

하여 국부적으로 큰 응력을 받기 때문으로 판단된다. 또한 변형계이지 L4와 L5의 위치에서는 일체치기 시험체보다 작은 변형률을 나타내는데 이는 철근과 콘크리트간에 다소의 슬립(slip)현상이 발생하여 생기는 결과로 판단된다. 그러나 철근의 허용응력범위내인 10ton이하의 하중에서는 일체치기 시험체와 거의 같거나 다소 작은 변형률을 나타내고 있어 이러한 국부적인 과응력 및 슬립현상이 구조거동상 큰 문제로 지적되지는 않을 것으로 사료된다.

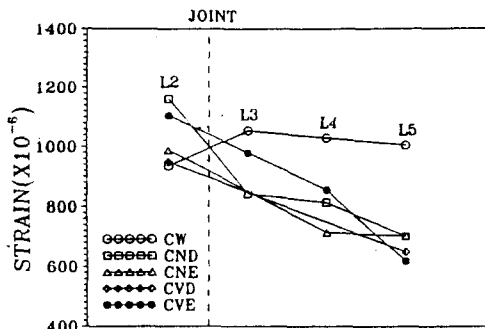
각 측정점에서 측정된 철근과 콘크리트의 변형률 및 시험체 중앙부의 변위를 시험체별로 비교한 것이 그림 11이다. 그림 11에 의하면 시공방법의 차이에 따른 영향은 거의 없으며, 양생중 진동의 영향에 의하여 콘크리트의 변형률은 증가하지만 철근의 변형률은 감소함을 알 수 있다. 이는 양생중 가해진 진동의 영향에 의하여 압축측 콘크리트는 재료분리 및 레이탄스의 발생 등에 의하여 강도가 저하되며, 철근은 콘크리트와의 부착강도 증진 및 균질 않은 콘크리트의 다짐증대 등에 기인하여 강도가 증가하는 것으로 판단된다.

4. 결 론

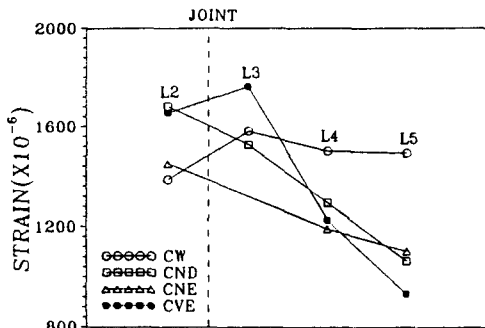
확폭교량 시공방법에 따른 접합부에서의 구조



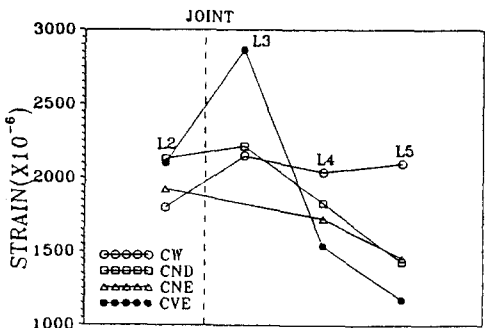
(a) Applied load 5ton



(b) Applied load 10ton

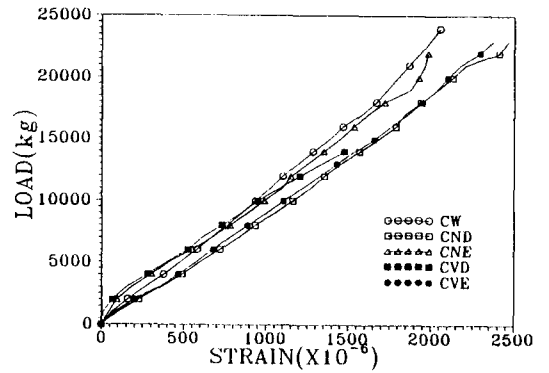


(c) Applied load 15ton

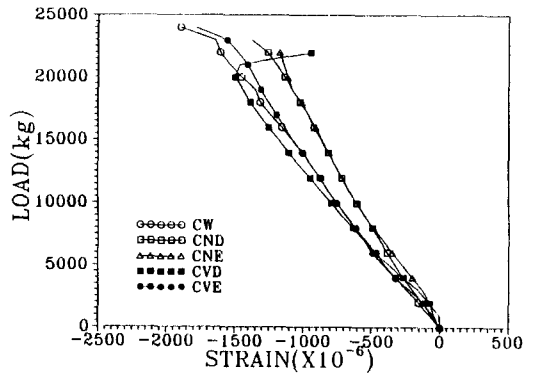


(d) Applied load 20ton

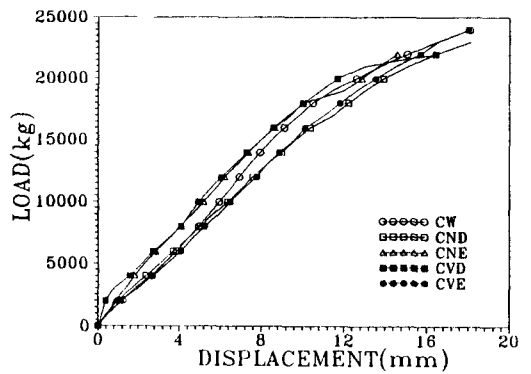
Fig. 10 Distributions of steel bar strain near the construction joint



(a) Load-strain curves (steel strain)



(b) Load-strain curves (concrete strain)



(c) Load-deflection curves

Fig. 11 Comparisons of test results

거동 및 양생중 진동의 영향을 살펴보기 위하여 실시한 단순보 및 연속보의 휨강도실험 결과 얻어진 결론은 다음과 같다.

1) 교량 확폭시공시 접합부에서 다소의 강도저하, 응력 집중 및 철근과 콘크리트의 슬립(slip)현상이 관찰되었다. 초기 하중에서 콘크리트의 접합

면을 따라 일체치기 시험체에 비해 다소 폭이 넓은 균열이 빠르게 진전됨을 알 수 있었으나, 시공 방법의 차이에 따른 전체적인 구조거동 및 시험체 파괴시의 극한하중에 있어서는 일체치기 시험체와 거의 비슷한 경향 및 수치를 나타내고 있어 구조적으로 교량 확폭시공방법의 차이에 따른 영향은 거의 없었다.

2) 교량 확폭시공시 별도의 우회도로를 신설치 않고 기존의 기설부 교량을 우회도로로 활용하는 방안을 모색하기 위하여 신콘크리트(직접접합 시공법의 경우) 및 무수축콘크리트(무수축접합 시공법의 경우) 양생중 철근을 통해 전달되는 진동의 영향을 살펴본 결과, 양생중 진동을 받은 시험체(진동 시험체)가 그렇지 않은 시험체(무진동 시험체)에 비해 다소의 콘크리트 강도저하 및 휨균열이 먼저 발생하였으나 극한하중에 있어서는 오히려 양호하였다. 이러한 현상은 직접접합 시공법 보다는 무수축접합 시공법이 더욱 뚜렷하였다. 이는 양생중 가해진 진동의 영향에 의하여 철근과 콘크리트의 부착강도 증진 및 굳지 않은 콘크리트의 다짐증대에 기인되는 것으로 사료된다. 양생중 가해진 진동조건(진동수 4Hz, 진폭 1mm)을 고려해 볼때 공용하중에 의해 발생하는 확폭교량 상판의 진폭이 1mm이내인 단경간의 콘크리트교의 확폭시공은 우회도로의 신설없이 기설부 교량으로 차량을 통행시키면서도 확폭시공이 가능할 것으로 판단된다.

감사의 글

본 연구는 1992년도 및 1993년도 한국도로공사의 연구비 지원하에 수행된 연구로 이에 깊은 감

사의 뜻을 표합니다.

참 고 문 헌

1. Soto M. H., "Some Considerations in Widening and Rehabilitation of Bridge," Transportation Research Record 664, pp.56~63, 1992.
2. Allen J. H., Carrato, J. L. and McHale P. F., "Guide for Widening Highway Bridges," ACI Structural Journal, Vol. 89, No. 4, pp.451~466, 1992.
3. Furr H. L. and Fouad F. H., "Effect of Moving Traffic on Fresh Concrete during Bridge-Deck Widening," Transportation Research Record 860, pp.28~36, 1990.
4. 前川静男, 沖野俊廣, "エポキシ樹脂胎による新コンクリートの接着に関する研究," 土木試験所月報, No. 48, pp.1~6, Aug. 1968.
5. 平野 實, 立脇重幸, "横浜新道保土ヶ谷高架橋幅補強工事(實驗編:特に コンクリートの諸度に與える振動の影響とコンクリートの膨脹收縮について)," 道路, Vol. 2, pp.61~71, 1972.
6. 한국도로공사, "고속도로 교량 내하력평가 시스템 개발 연구보고서", 1988.
7. 藤田信一, 角 昌降, 高橋幸三, "橋梁擴幅時の打繼に関する試験," 日本道路公團試驗所, pp.103~112, Nov. 1981.
8. 藤田信一, 角 昌降, 高橋幸三, "橋梁擴幅時の打繼に関する試験(第2報)," 日本道路公團試驗所, pp. 86~95, Nov. 1982.
9. 道路橋示方書・同解説, 日本道路協會, pp.8~11, 1973.

(접수일자 : 1994. 3. 19)