국내 콘크리트구조물의 지진대비책

고베(효고현 남부)지진의 교훈

Lessons from the Hyogo-ken Nambu Earthquake

정 영 수*

신 영 수**

〈편집자 주〉

1995년 1월의 일본 고베지진, 얼마전 5월에 발생한 러시아 사할린지진 등, 지진에 의한 대규모의 인명 및 재산피해가 인접국가에서 연달아 발생하고 있다. 이를 계기로 우리나라에서는 이러한 지진의 발생 가능성이 없는지, 또 발생한다면 국내 콘크리트 구조물의 지진 안전성은 어떠하며 내진설계와 관련하여 기존 설계기준과 관습에는 문제가 없는지 등 전반적인 사항에 대해 점검해 보는 기회를 마련하였다. 「이번 고베지진의 피해 양상과 과거 세계적으로 발생한 주요지진에 대한 철근콘크리트 구조물의 일반적인 거동에 대해서 우선 알아보고 우리나라 발생 가능 지진의 예측, 기존설계기준, 실무자들의 내진설계 관례 등에 관한 문제점에 대하여 관련전문가들의 의견을 게재하였으며 정부차원에서의 지진에 대한 체계적인 방재대책 및 정책방향 등을 특집으로 엮어 보았다.」

본 특집은 국내 콘크리트 구조물과 관련하여 지진에 대한 대비책을 점검하고 대략적인 문제점을 제시한 데 의의가 있으며, 추후에 보다 체계적인 내진안전성 확보를 위한 시책과 연구가 뒤따라야 할 것으로 생각된다.

(특집주간 : 영남대학교 이한선 교수)

* 정회원, 중앙대학교 건설대학 토목공학과 부교수
** 정회원, 이화여자대학교 건축학과 조교수

1. 서 언

고베지진 즉 정확히 말하면 효고현남부 지진은 1995년 1월 17일 오전 5시 46분경, 淡路島 북부(북위 34.6도, 동경 135.0도)를 진원지로 하는 진도 7.2의 직하형 지진으로서 피해의 규모는 1923년에 발생한 도쿄 및 요코하마 지역을 급습한 관동 대지진 시의 약 15만 명의 인명 손실(주로 화재에 의함)이래로 최대의 크기로서 기록되고 있다. 일본은 판경계지역의 단점으로 지진에 대한 훌륭한 방재 대책을 갖고 있음에도 불구하고 이번의 고베지진으로 오천여명이상의 인명 손실을 초래하는 막대한 지진 피해가 발생하였다. 판내부지역으로 인정되고 있고 일본과 지리적으로 아주 가까운 우리나라는 지금까지 적지 않은 수의 지진 발생의 기록이 있었지만 대개가 진도가 작은 크기의 지진이 발생하였고 각종의 구조물도 피해를 입지 않아 지진에 대하여 안전한 것으로 생각되고 있다. 그러나, 최근의 경제 성장과 함께 각종 구조물이 고층화, 대형화되고 원자력 발전소의 건설 및 장지간

교량의 건설은 우리에게도 내진 설계의 필요성을 부각시키면서 우리 나라의 각종 구조물의 지진에 대한 안전성을 다시 한번 생각하게 하는 계기가 되었다.

이번의 고베지진은 지진 지역에 존재하는 여러 종류의 구조 형식, 규모, 그리고 각기 다른 준공년도를 갖고 있는 다양한 건물들이 혼재한 대도시 지역에서 대규모의 건축물의 피해가 발생하였으며 토목 구조물로서는 철도, 도로, 항만, 라이프라인등 각종의 기간시설등이 막대한 손상을 당하여 제 기능을 발휘하지 못하여 화재에 의한 인명의 손실을 막지 못하였으며 아직까지도 복구되지 못한 고베 항만의 시설은 국내의 부산항의 물동량을 급증시키어 부산항의 화물 적체 현상을 초래하고 있는 것은 주지의 사실이다. 저자들은 지진발생후 약 10일 후에 현장에서의 산 교육을 위하여 고베 지역의 재난이 큰 주요 피해 지역을 방문하였으며 도착하자마자 유기 물질이 썩는 듯한 이상야릇한 냄새에 약간의 전율을 느끼면서 주위에 전개되는 피해 모습에 아연실색하였다. 만약 방진 대책이 미약한 우리에게 이러한 재난이 닥친다면 피해의 정도는 상상을 초월하리라 생각되었으며 과연 우리 나라의 민방위대가 자원 봉사대로서의 기능을 할 수 있을까 하고 반문하여 보았다. 그리고, 이번 고베지진의 피해가 주로 일본의 1981년 이전의 규준에 의해 설계된 구조물이라는 보고서를 보면서 우리 나라에 지진 규정이 도입되기 전에 설계 시공된 구조물의 경우는 과연 어느 정도까지 우리를 보호할 수 있을까, 더구나 부실 공사 추방이라고 부르짖는 요즈음 과거에 설계 시공된 구조물의 지진에 대한 안전성을 어떻게 확보할 수 있을까. 그리고 재난 속에서도 공공 질서를 위하여 줄기찬 인내를 감당하고 있는 이재민들에게 용기를 북돋우는 방법은 과연 무엇일까. 하는 여러 가지 스쳐가는 잡다한 생각들에 사로잡히면서 지진 피해 지역의 이곳 저곳을 사진 촬영하면서 살펴보았다.

만에 하나 즉 하나의 발생 확률이 과연 언제일까. 우리 나라도 이제는 내진 설계에 관한 각종 자료들이 축적되고 있음은 물론 시방서 개정작업시 내진 설계의 필요성이 한층 고조되고 있는 것은 바람직한 사실이다. 따라서, 이제는 이미 시공되어진 각종 구조물의 예상되는 지진에 대하여 안전성을 확보할 수 있도록 합리적인 구조 해석을 수행한 연후에 구조물의 중요도에 따라 적절한 보강대책을 강구해야 하리라 생각된다. 한편, 추후에 설계 시공되는 각종 토목, 건축 구조물에 적절한 내진 설계 규정을 적용하여 안정되고 미학적인 구조물을 건설하는 것이 최근의 세계화 운동에 부합하는 것이라 생각하면서 한편, 1997년 건설시장개방에 대비하는 건설의 세계화운동이라 생각하면서 본고를 작성한다.

2. 효고현 남부(고베)지진

유라시아판, 태평양판 그리고 필리핀판등 3개의 지판이 만나는 바로 위에 위치하고 있는 일본 전역은 대규모의 지진이 자주 발생하고 있으며 표 1은 1923년의 관동대지진 이후의 일본에서 발생한 중대규모의 지진기록이다. 이 3개의 판은 일본 규우슈 히코쿠 우측을 지나 대만 필리핀 판을 잇는 선에서 서로 겹치는 것으로 알려지고 있으며 이들 판들이 서로 겹치는 부분 즉 판경계지역에서 지진이 자주 발생하는 것이다. 지난 1월 17일 오전에 발생한 일본 관서지방의 효고현 남부지진은 판경계선상에서의 지진으로서 고베지역 앞의 아와이시마섬 북쪽으로부터 고베시 지역 바로 밑까지 발달된 북동방향 단층의 활동에 의하여 발생된 것으로 수평운동으로는 0.87g 그리고 수직운동으로는 0.45g인 것으로 알려지고 있으며 파괴단층이 고베시의 지표면 아래 약 20km에 위치하였기 때문에 도시직하형 지진으로 불리고 있다. 이러한 내륙성 직하형 지진은 해양성 지진과 달리 내륙의 지표아래 또는 육지에 인접한 연안을 진원지로 하기 때문에 지진발생시 진동이 바로 전달되는 이유로 예측이 어려우며 매우 큰 피해를 초래하는 것으로 알려져 있다. 그림 1은 고베시 주변의 활단층계의 분포를 보여주고 있으며 관서지역에는 六甲단층계 이하 많은 수의 활단층계가 있어서 전부터 많은 지진학자들이 위험성을 지적하여 왔지만 실제로 예지할 정도에는 이르지 못하였다. 진원지 및 여진분포를 조사한 결과 이번 고베지진은 고베시 바로 아래의 六甲단층계의 활동으로 인한 것으로

이 단층이 활동했기 때문에 도시 직하형 지진이 발생된 것으로 조사되었다. 효고현 남부 지진으로 명명된 고베지진은 지진에 대해서 세계적으로 우수한 방재대책을 갖고 있는 일본에 약 5천명이상의 인명의 손실은 물론 수만 명의 부상자를 발생시키었다. 그리고 약 8만 여채의 건물의 파손, 철도, 도로, 항만 등의 산업기반시설의 붕괴 및 전기, 통신, 가스, 수도 등의 각종 lifeline의 기능을 마비시키어 1923년 발생한 관동대지진 이후 최대의 광범위하고 막대한 피해를 발생시키었다.

표 1 일본의 관동대지진 이후의 중대 규모의 지진기록

발생일자	위 치	진 도	사망자수
1923. 9. 1	Kanto	7.9	142.807
1925. 5.23	Kansai	6.8	428
1927. 3. 7	Kansai	7.3	2,925
1933. 3. 3	NE Honshu	8.1	3,008
1943. 9.10	Tottori	7.2	1,083
1944.12. 7	C. Honshu	7.9	998
1945. 1.13	C. Honshu	6.8	2,306
1946.12.21	Shikoku	8.0	1,330
1948. 6.28	Fukui	7.1	3,895
1952. 3. 4	Hokkaido	8.2	28
1964. 6.16	Niigata	7.5	26
1968. 5.16	S. hokkaido	7.9	52
1974. 5. 9	Shizuoka	6.9	30
1978. 1.14	Shizuoka	7.0	26
1978. 6.12	Sendai	7.4	28
1982. 3.21	E. Hokkaido	7.1	0
1983. 5.26	Akita	7.7	104
1984. 9.14	Nagano	6.8	29
1987.12.17	Chiba	6.7	2
1993. 1.15	E. Hokkaido	7.8	2
1993. 7.12	SW. Hokkaido	7.8	231
1994.10. 4	E. Hokkaido	8.1	0
1994.12.28	Aomori	7.5	2

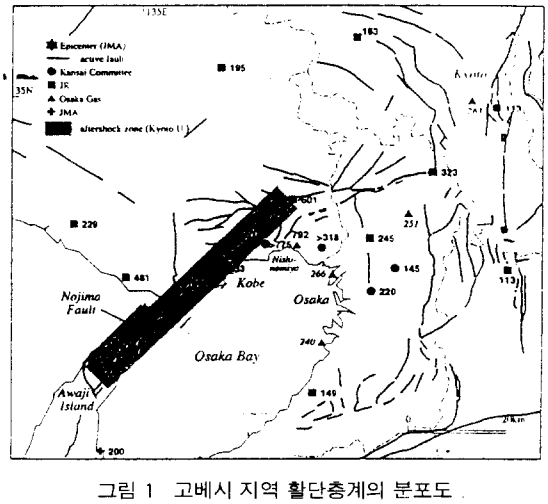

그림 1 고베시 지역 활단층계의 분포도

비록 우리 나라는 일본과 달리 판내부지역에 위치하고 있지만 최근에 각종의 구조물들이 대형화, 고층화되고 있으며 지하공간의 이용에 대한 관심이 고조되고 있는 반면에 지진에 대한 방재대책이 상대적으로 매우 미흡한 우리에게 내진 설계의 필요성을 부각시키고 있다. 물론 몇몇 고층건물, 원자력발전소등의 건설을 위한 내진설계기술은 이미 상당한 수준에 있는 것으로 알려지고 있지만 우리도 관련된 많은 연구를 통하여 각종 시방서에 내진 설계 규정이 명문화되어야 하리라 생각된다. 다행히 88년 건축법 개정시, 91년 경부고속철도 시방서, 92년 도로교시방서에 내진 설계 규정을 포함시킨 것은 고무적인 사실이며 더 한층 많은 실험을 겸비한 연구결과가 수행되어야 하리라 생각된다. 이번 고베 지진은 강재구조물에 비해 철근 콘크리트 구조물에 많은 피해가 발생하였으며 흥미로운 것은 일본에서 1981년 시방서가 개정된 후에 시공된 철근 콘크리트 고층건물은 피해가 없었음을 볼 때 내진 설계의 중요성을 더 한층 실감시킨 지진이라 생각된다.

3. 철근 콘크리트 구조물의 피해

3.1 건축물의 피해

효고현 남부 지진에 의한 건축구조물의 피해는 주로 지반의 상태, 지진파의 크기와 특징, 기초구조의 형태, 상부구조체의 구조형식, 설계된 년도, 시공의 적부 등의 종합적인 원인의 결함이라는데 중요한 교훈이 있으며 이번 지진피해의 단순한 통계는 기술적으로 중요하지 않다. 우리 나라도 지진에 대비하기 위해서는 건물의 지진 거동에 대한 예측과 파괴 형식에 대한 분석, 고찰이 매우 중요하다.

일본 건축학회가 조사한 피해 건축물의 통계는 표 2와 같다.

표 2 건축물의 피해 동수

구 조 형 식	붕괴 혹은 대파	중간정도의 파괴	경미한 피해	합 계
철근콘크리트 구조	610	347	1797	2754동
철근구조 계통	457	348	971	1776동
계	1067	695	2768	4530동

일본의 지진규정은 1981년에 개정되었는데 설계기준의 적용에 따른 피해를 정리하면 표 3과 같다.

표 3 건물층수와 대파 붕괴된 건물의 연대별 경향

건물의 건축 년도	건물층수	고유주기(T,초)	비 고
1970년 이전	4-10층	0.4-0.8	0.5~1.0초 주기의 건물이 크게 피해를 입었음
1971-1981년	8-14층	0.7-1.1	
1981년 이후	10-12층	0.8-0.9	

일본 건축학회의 조사에 의하면 철근콘크리트조의 경우 71년 이전에 지어진 건물의 경우 70%, 71-81년사이의 건물은 35% 정도, 81년 이후의 건물은 약 15% 정도만 피해를 입은 것으로 나타나 신 내진 규정을 적용한 81년 이후의 피해가 가장 적은 것으로 나타났다.

내진 설계방법에서 미국의 캘리포니아 방식은 강도보다는 연성도를 키우는 방식을 사용하고 있으나, 일본의 지진 규정은 건축물의 강도를 증가시키는 방법을 사용하고 있으므로 예상보다 큰 지진이었던 고베지진의 경우 붕괴 피해가 증가되었던 것으로 보여진다.

효고현 남부 지진에 의한 철근콘크리트 구조물의 피해는 광범위하며 그 피해 규모 또한 매우 큰 것으로 철근 콘크리트 구조물의 피해 특징을 고찰하면 다음과 같다.

(1) 피로티 형식의 구조물의 파괴

상점이나 차고 등을 1층에 배치하여 피로티 형식으로 된 건축물의 경우 1층에서 붕괴가 발생하였는데 대부분이 1971년도 이전의 지진 규정에 따라 설계된 것으로 띠철근 간격이 넓어 휨파괴 형태를 나타내는 경우도 많았다. 띠철근의 간격이 10cm 정도로 현재 규정된 설계기준에 적합한 경우에도 주철근의 부족이나, 단면의 부족에 의해 파괴가 나타났다.〈사진 1〉

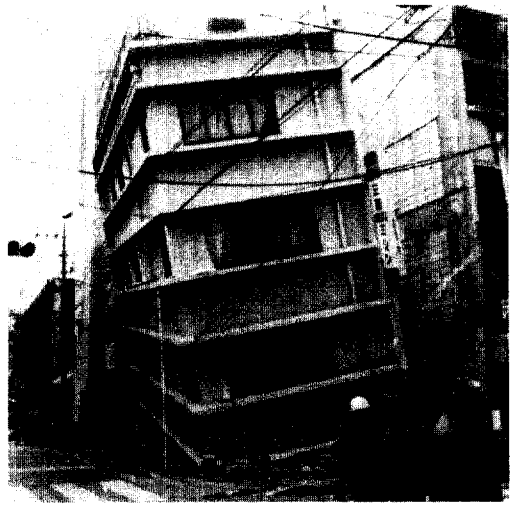

사진 1 고베시 Nagata지역의 피로티형식의 구조물 파괴양상

(2) 건물 중간층의 붕괴

고베시청 등의 건물은 중간층이 붕괴한 형태를 보이는 것으로 과거 일본의 지진에서는 드물게 나타난 형태이다. 이러한 파괴요인은 다음의 요인으로 설명할 수 있다.〈사진 2〉

사진 2 고베시 Sannomiya 지역의 9층 건물의 5층 부분이 크게 파괴된 모습

- 다른 구조형식 즉, 철근콘크리트 구조 상부에 철골조가 존재하거나 그 반대의 경우에 중간층이 파괴되는 양상으로 나타나 강성, 강도의 변화에 의해 붕괴된 것이다.
- 지진운동에 의해 기둥의 상하운동으로 인하

여 중간층 부분에서 축력이 급격히 증가되어 파괴가 발생할 수 있다.
- 기둥의 횡구속 효과를 기대할 수가 없는 경우에도 발생할 수 있다.

(3) 비대칭 구조형식에 의한 파괴

코아의 위치가 대칭적이지 않고 편중되어 있거나 벽체가 외곽에 존재하는 경우 편심에 의해 비틀림 모멘트가 작용하여 파괴된 형태이다. 즉 강성 중심에서 떨어진 곳에 위치한 기둥에 심각한 전단력이 작용하여 기둥이 붕괴된 형태로 구조설계시 전단벽의 배치에 유의해야 한다.

(4) 인접 건물과의 충돌부 파괴

주변건물과의 간격이 좁거나 팽창줄눈(expansion joint)을 확보하지 못하여 발생한 것으로 중간범위를 고려하여 주변건물과 충분히 이격시켜야 한다.〈사진 3〉

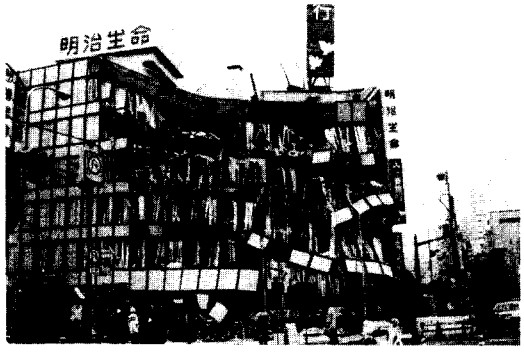

사진 3 고베시 Hyogo지역의 비대칭건물의 코너부분이 파괴된 모습

(5) 부재의 파괴 형태
- 보-기둥의 접합부 파괴
- 보 : 전단에 의한 파괴로 먼저 부재가 파괴되는 형태로 소성힌지가 발생하기 전에 단부에서 파괴가 발생한 형태를 보인다.
- 기둥 : 띠철근의 부족에 따른 전단파괴와 상하 단에서 횡구속철근의 부족으로 휨파괴에 의한 기둥의 파괴가 많았다. 또한 상하 지진동에 의하여 압축력이 증가되어 피복이 탈락되고 주철근이 좌굴되어 붕괴하는 형태를 보여 주었다.〈사진 4〉

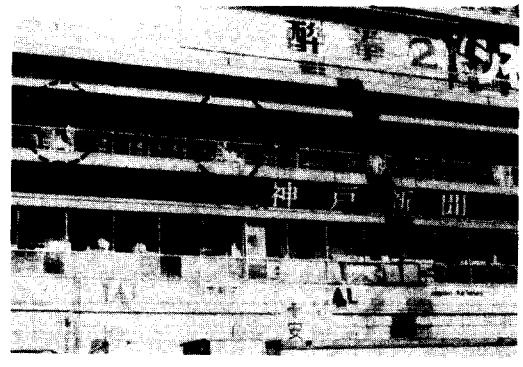

사진 4 상하 지진동에 의한 기둥의 좌굴붕괴 현상

3.2 도로상 교량의 피해

이번 고베지진으로 현저한 피해를 입은 교량은 한신 고속도로, 名神고속도로의 철근 콘크리트 교각 그리고 山陽 新幹線 阪急 今津線 교량등이 포함되어 있으며 각각에 대한 피해상황은 매우 광범위하였다. 고베지역의 阪神고속도로는 철근콘크리트 교각이 현저한 피해를 입었으며 약 500m구간이 붕괴되었다. 붕괴된 교량은 Pilz구조로서 교각이 원형단면인 T형교각에 철근콘크리트 거더를 강결한 구조였다.〈사진 5〉 名神고속도로는 벽식 철근 콘크리트교각이 많은 피해를 입었으며 X형태의 전단균열이 폭 방향에 걸쳐서 관통은 되었지만 축방향철근의 벽의 외측이 크게 만곡되었을 뿐 교량은 붕괴되지는 않았다. 한편, 山陽 新幹線에서는 교대의 피해에 의한 교량의 낙교 및 Rahmen의 교각에서 많은 피해가 발생하였으며 전단균열은 단면력이 크고 소성화되기 쉬운 기둥부위에 발생하였고 이는 Ductility를 배려한 설계의 필요성이 요구되는 것이다.

피해원인을 상세하게 하나하나 파악키 위하여 일본의 산학계는 지진동, 지반, 구조, 설계기준과의 관련을 실험 및 해석을 통하여 원인분석을 수행한 결과 RC교각의 피해가 가장 두드러졌는데 이는 모두 Ductility에 대한 고려를 실시하지 않은 1990년 이전의 설계기준으로 설계된 구조물이었으며 Ductility를 배려한 새로운 기준으로 설계된

RC교각(한신 고속도로)에서는 거의 피해가 나타나지 않았으며 이번과 같은 강진 등에도 견딜 수 있음을 증명한 것이다. 다시 말하면 내진 설계의 필요성을 더 한층 부각시키는 것이다. 연직동이 큰 것이 이번 지진의 하나의 특징이지만 연직동이 파괴의 지배적 요인으로는 생각지 않고 우선 횡방향력에 의한 파괴로 압축 내력이 저하되고 그 뒤 중력, 연직동에 의해 압괴의 형태로 진행된 것으로 추정하고 있다. 특히, 고베지역의 阪神고속도로상의 특징의 하나는 단주형식이 많은 점으로서 고베근처에는 약 800여개의 교각이 있으며 그중 약 80% 가량이 단주형태로서 약 85%가 철근 콘크리트 교각으로 시공되어 있었으며 대부분의 고가교가 교각의 파괴에 의해 붕괴되었다. RC교각 중 일부 교각 기부에서는 파손 및 균열이 발생하였고 교각중간부에서는 휨 및 전단균열이 발생하였으며 전단 및 휨파괴의 방향은 교축직각방향이 대부분이었다. 교각붕괴의 원인은 큰 지진력의 작용에 의한 것이지만 붕괴되지 않은 교각의 피해상황을 조사분석하여 파괴과정을 아래와 같이 추정하고 있다.

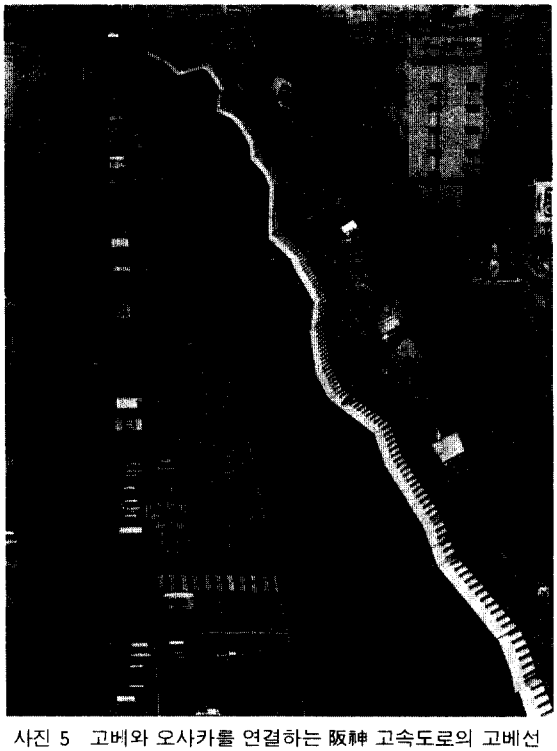

사진 5 고베와 오사카를 연결하는 阪神 고속도로의 고베선 부근의 약 500m의 pilz구조형태의 RC교각이 전단파괴후 전도된 모습

1) 우선 휨모멘트에 의한 균열이 원주방향에 발생

2) 이들 균열의 임의 위치로부터 경사방향의 전단균열이 발생

3) 전단균열 종단부근의 콘크리트가 압괴

4) 겹이음으로 정착된 띠철근의 전단력분담이 커지고 내부콘크리트 구속의 기 능이 상실되어 콘크리트의 압괴가 내부까지 미침

5) 콘크리트의 압괴가 계속진행되어 교각이 붕괴

3.3 철도 구조물의 피해

주요한 피해상황은 라아멘 교가교의 파괴 및 낙교 PC 및 RC거더교의 손상 및 낙교 그리고 터널 구조물의 손상 및 파괴 등으로 조사되었다.

1) 라아멘고가교

피해의 정도 및 양상은 크게 3개지역으로 구분되며 한 구간에서는 거의 대부분의 고가교에 피해가 발생하였으며 피해형상은 2층 라아멘의 상층측 또는 하층 측의 기둥이 완전히 붕괴되어 마치 1층 라아멘과 같이 궤도면이 낮아지는 등 고가교가 원형을 유지하고 있지 않는 경우, 피복 콘크리트가 박리 되어 내부 콘크리트도 파괴되고 철근도 크게 변형되었으나 고가교로서 형상을 유지하고 있는 경우 또는 전단균열로 피복콘크리트는 박리 되어 있으나 주철근은 변형되지 않는 경우등 여러 가지 형태의 손상이 있었다. 비교적 경미한 손상을 입은 고가교에서는 3경간 라아멘구조의 4개의 기둥 중 외측 2개의 손상이 많았고 기둥상단의 Haunch 아래 부분에서 손상이 나타났다. 한편, 역부근의 라아멘 고가교는 선로 직각방향으로 크게 뒤틀려 있었으며, 또한 비교적 짧은 기둥에서도 Haunch 부아래 부분에 손상이 발생하여 완전히 붕괴하는 등 피해가 비교적 큰 지역도 있었다. 그리고 표준형태의 3경간 라아멘 고가교에서는 피해는 발생하였으나 그렇게 크지는 않았지만 중앙 경간이 긴 異徑間라아멘 고가의 중앙부 2개의 기둥에 손상이 발생하였다.〈사진 6〉

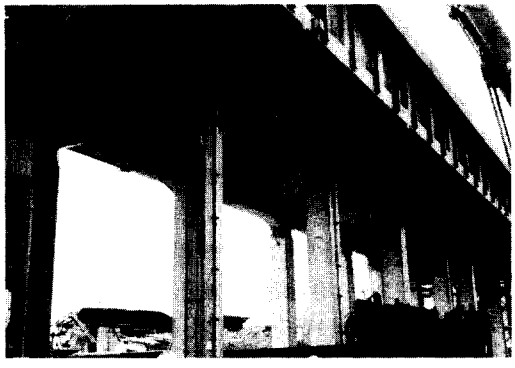

사진 6 라아멘 고가교의 기둥상판의 Haunch 아래의 파괴된 모습

사진 7 지하철의 box라멘구조의 중간기둥과 상면슬래브의 파괴모습

2) PC 및 RC 거더교

PC 및 RC 거더교의 경우에는 거더는 거의 손상을 입지 않았으나 거더 단부의 콘크리트가 파괴 탈락되는 경미한 손상만이 발생하였고 피해는 교대와 교각에만 집중되어 있었다. 그러나 거더의 횡방향이동이 발생되어 교량이 낙교 혹은 이와 유사하게 붕괴된 고가교가 조사되었다. 횡방향 이동방지 철장식인 Bolt가 모두 전단파괴되어 고가교가 낙교된 경우도 있었으며 1965년 이전에 건설된 거더에는 교좌에 횡방향 이동방지기능이 갖추어지지 않아 대부분이 낙교된 것으로 조사되었다. 그리고 교대 및 교각기둥은 강력한 수평방향과 수직방향에 지진등에 의해 발생되는 압축력과 전단력으로 압축파괴되었으며 철근도 전 방향으로 변형되어 원래의 현상을 알 수 없을 정도로 붕괴되었다.

3) 터널구조물

고베고속철도의 1962년경에 개착식 공법으로 시공된 일부지하구간에 손상 및 파괴가 많이 발생하였고 구조형식은 박스라아멘 구조였다. 파괴 형상은 중간 기둥이 완전히 파괴되고 동시에 라아멘 상부 슬래브가 파괴되어 2 - 3m침하 붕괴가 되었으며 이외의 일반터널부위 박스라아멘구조에서도 중간기둥이 많이 파손되었다. 특히, 파괴는 기둥 위 하단에서 현저하고 피복 콘크리트의 박리 및 철근이 좌굴된 곳도 발견되었다.〈사진 7〉

3.4 기타

항만, 항만간선도로상의 콘크리트구조물에 많은 피해가 발생하였으며 지반의 액상화에 의한 침하, 이동등은 안벽의 변형을 발생시키었으며(사진 8) 이외에도 고베대교의 지점이동, Loop교의 낙교등 지진 등과 더불어 구조물에 파괴 및 손상을 일으키었다. 그리고 항만간선도로에서는 피해가 주로 지진 등에 의해서 발생된 것으로 추정하며 상부질량이 큰 2층 철근 콘크리트제 교각에 피해가 집중되는 경향이 있었고 단면 변화부에서 많이 파괴되었다.

사진 8 매립지의 지반 액성화에 의해 파괴된 고베항의 모습

4. 고베지진이 우리에게 주는 교훈

1905년 계측기를 이용한 지진기록이 시작된 이

래 규모 5정도의 1936년의 쌍계사지진과 1978년의 홍성지진 등은 우리 나라도 이제는 더이상 지진안전지대라고는 할 수 없으리라 생각되며 지난기간은 지진발생의 잠복기로서 앞으로의 지진발생의 가능성이 내재되고 있음을 암시하고 있는 것이다. 그러나 과학적인 근거없이 지진발생의 위험성만을 강조하는 것은 사회혼란 내지는 국민건강을 해칠 소지가 많으리라 생각된다. 따라서 근래에 설계시공되는 구조물은 고층화, 대형화되며 인구밀도가 조밀한 우리 나라의 경우 예기치 못할 지진에 대비하여 정부, 학계, 연구소 등이 합동으로 실험을 통한 다양한 연구로 내진설계의 필요성을 설득력있게 밝힌후 우리의 실정에 맞는 합리적인 내진 설계 규정을 시급히 보완해야 하리라고 생각된다. 특히 Ductility가 부족한 철근 콘크리트 구조물 설계시는 특별히 세심한 주의가 요구된다. 따라서, 지난 일본의 고베지진을 교훈 삼아 우리 나라에서도 예기치 못할 지진에 대한 단계적 대비책으로 다음의 몇 가지를 제안하고자 한다.

(1) 기술적인 면

- 국내의 지진기록 및 설계기준에 대한 심층연구
- 국내의 계기지진 기록을 위한 각종 계기를 전국에 확대설치
- 현재 구조물의 내진 설계에 사용되고 있는 규정을 면밀히 검토한 후 국내 실정에 맞는 적절한 보완 규정
- 보완된 규정에 따른 이미 시공된 주요구조물의 내진 안정성 검토 후 보강이 필요한 구조물의 단계적 보강방안
- 산·학·연 협동의 내진 연구의 활성화
- 각종 구조물의 내진 실험을 위한 고가의 대형진동대실험에 대한 정부지원
- 전 건축물에 대한 내진 기준의 확대
- 교량, 고가교등에서 지진발생시 상부구조물의 낙교 방지를 위한 각 교각에서의 면진 혹은 진동억제장치

(2) 사회적인 면

- 홍수, 태풍, 가뭄 등의 재해대책에 추가하여 지진에 대한 대책
- 지진에 대비한 교육 및 훈련
- 지진 복구 대책 수립 및 자원 봉사자 조직