

I-619

ロマプリータ地震による鉄筋コンクリート 2層高架橋の弾塑性地震応答シミュレーション

京都大学大学院 学生員 ○馬場 賢治
京都大学工学部 正 員 家村 浩和
京都大学工学部 正 員 山田 善一

1. はじめに

1989年のロマプリータ地震により米国カリフォルニア州北部でビルや道路や橋などに大きな被害が発生した¹⁾。本研究では、鉄筋コンクリート2層高架橋であるフリーウェイ1880号線サイプレス地区のRCフレームのこの地震による被害について、数値シミュレーションにより検討した。

2. 橋脚モデル

道路は標準幅員が15.6mの鉄筋コンクリート造ボックスガダー橋で、これを21~24m間隔で建てられた2層の門形フレームで支えている²⁾。門形フレームは、その形態により11種類に分けられるが、ここではそのうち図1に示す3つのフレームモデルについて解析した。この3つのフレームでは、地震により部材番号3, 4の下端で破壊され、そのため上層の道路が下層の道路上におおいかぶさるように落ちた。これに対し、下層には被害は殆ど見られない。入力地震波は株式会社大林組技術研究所で計算されたロマプリータ地震の軟弱地盤での表面波³⁾(図2)を用い、自重による影響は考えずに、また途中でせん断破壊が起こらないで推移したとして、弾塑性地震応答を数値シミュレートした。弾塑性計算にはSAKEプログラムを利用した。

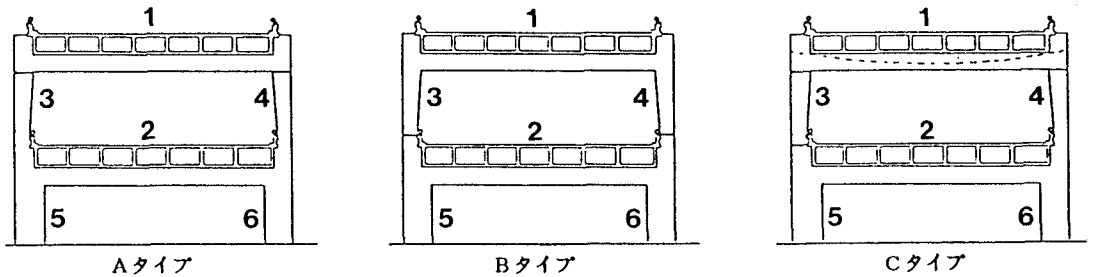


図1 橋脚のタイプ (図中の番号は部材番号)

3. 解析結果

Aタイプの部材番号3, 4の下端のモーメント時刻歴とせん断力時刻歴とを図3, 4に示す。モーメント、せん断力ともに耐力を僅かに越えており、この部分に入った曲げひび割れが徐々に大きくなり、それに伴ってこの部分のせん断耐力も小さくなっていくうちに、大きなせん断力が作用して曲げひび割れがせん断ひび割れに移行し、破壊に至ったと考えられる。

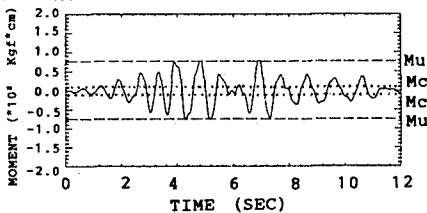


図3 Aタイプモーメント時刻歴

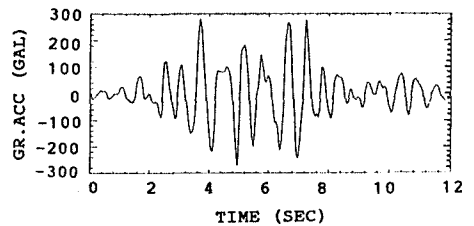


図2 入力地震動

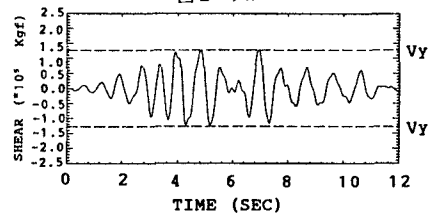


図4 Aタイプせん断力時刻歴

Bタイプの上層の柱の下端のせん断力時刻歴を図5に示す。この部分のヒンジの直下は鉄筋量が極端に少なく、せん断に極めて弱い構造であったにもかかわらず、このタイプはこの部分で発生せん断力が大きくなりやすく、耐力を大きく上回るせん断力が発生し、せん断破壊がおきたと考えられる。

Cタイプの上層の柱の下端のモーメント時刻歴とせん断力時刻歴とを図6、7に示す。CタイプはBタイプに比べ発生モーメントもせん断力も小さいが、上層の柱のうち両端にヒンジのある方の下端でせん断耐力を越えており、この為破壊がおきたとも考えられる。

3タイプとも死荷重による曲げモーメントやせん断力を考えずに計算したが、これらも含めて考えると更に大きな力が発生していたと考えられる。

各タイプの部材端の塑性率を表1に示すが、これを見ると3タイプとも下層の被害が小さかったことを裏付けている。またBタイプでは下層のほりも落ちたのが3か所あるが、この表によれば、下層のほりの両端にかなりの曲げモーメントが発生するため強度が低下していたところに上層が落ちてきたためせん断破壊したとも考えられる。

4. おわりに

本橋脚は全般に、帯鉄筋量が少なかった為にせん断強度が小さく、被害が発生したと思われるが、それでははたして同年代に造られた類似の橋脚に、どのような補強をすればもっとも有効なのか、ということのをこれから検討する必要がある。

参考文献：1) Nims, D.K., Miranda, E., Aiken, I.D.,

Whittaker, A.S. and Bertero, V.V.: Collapse of the Cypress Street Viaduct as a Result of the Loma Prieta Earthquake,

Report No. UCB/EERC-89/16

Earthquake Engineering Research

Center College of Engineering

University of California at

Berkeley November 1989

2) 家村浩和, 亀井正博, 丸山忠明,

後藤洋三, 大内 一: ロマプリータ地震

(1989.10.17)による橋梁被害の調査概要,

pp.27~48, 1989.11.

3) ロマプリータ(1989サン・フランシスコ

地震)I-880フリーウェイ・サイプレス地区橋

脚の地震応答解析結果 第一報: 弾性応答解

析: 株式会社大林組技術研究所 1989.12.

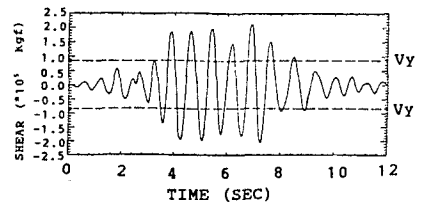


図5 Bタイプせん断力時刻歴

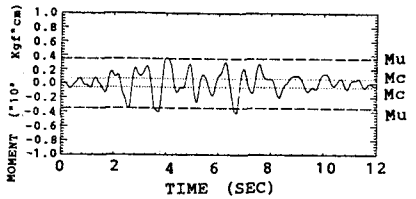
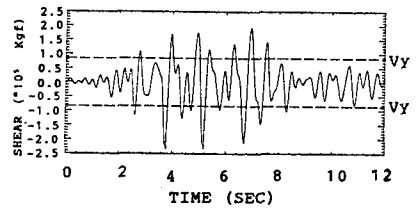
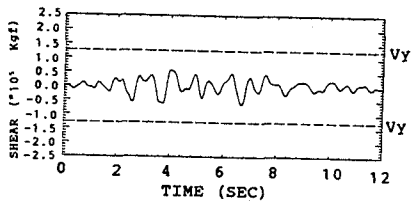


図6 Cタイプモーメント時刻歴



(a) 部材番号3下端



(b) 部材番号4下端

図7 Cタイプせん断力時刻歴

Member	Type A		Type B		Type C	
	max.	min.	max.	min.	max.	min.
1-LEFT	0.06	-0.06	2.12	-2.40		
1-RIGHT	0.06	-0.06	2.12	-2.40		
2-LEFT	3.60	-3.81	4.04	-3.56	0.79	-0.88
2-RIGHT	3.60	-3.81	4.04	-3.56	0.87	-0.88
3-UPPER	0	0	2.01	-1.78	0	0
3-LOWER	1.19	-1.05	0	0	0	0
4-UPPER	0	0	2.01	-1.78	0	0
4-LOWER	1.19	-1.05	0	0	1.42	-2.86
5-UPPER	0.38	-0.37	0.60	-0.63	0.21	-0.19
5-LOWER	0	0	0	0	0	0
6-UPPER	0.38	-0.37	0.60	-0.63	0.38	-0.29
6-LOWER	0	0	0	0	0	0

表1 塑性率の最大値 (部材番号は図1を参照)