

補強された橋梁の地震応答特性に関する考察

京都大学工学部 正員 山田善一
京都大学工学部 正員 伊津野和行
○京都大学大学院 学生員 田中正明

1. はじめに

本研究では、まず始めに大地震の際に橋梁の受ける被害とその補強法について、1978年宮城県沖地震を例にとりて調査・検討した。¹⁾ その結果、大きな被害を受けた橋梁の多くは橋脚にクラック発生、コンクリートはく離などの被害が見られ、補強法としてRC巻立てが用いられる場合が多いことがわかった。そこで本研究では、RC巻立て補強を施した2スパン、4スパンのラーメン橋の地震応答計算を行い、変位、断面力応答特性のRC巻立てによる変化を考察してみた。

2. 解析方法

解析には有限要素法による線形時刻歴応答計算法を用いた。²⁾ モデルには図-1に示すような2スパンラーメン (MODEL-1) を用いる。固定端以外の全ての節点には集中質量法を用いて各部材の重量をその両端に分けて集中させた。また、これと比較するために4スパンラーメン (MODEL-2) も用いるが、スパン長、柱の高さ、断面諸量はMODEL-1と等しいものとする。さらに、両モデルの柱に巻厚20cmのRC巻立て補強を想定するが、左から1, 2, 3番目の柱に巻立てた場合をそれぞれ補強 (1), (2), (3) とする。

両モデルともRC巻立てによって柱の断面積は52000cm²から81600cm²に、断面二次モーメントは2.40x10⁸cm⁴から5.32x10⁸cm⁴へと増加する。また、補強の前後とも弾性係数は2.6x10⁵kgf/cm²、減衰定数は0.02とする。

入力地震波はEl Centro NS記録を用い、各質点への水平方向の地震加速度として0.02秒きざみで16秒間にわたって入力した。

3. 計算結果と考察

各モデルの固有振動数は表-1, 2に示す結果となった。補強前で比べると4次以上のモードではMODEL-2のほうがかなり大きい値となっている。また、両モデルとも中央の柱を巻立てたときの方が端の柱を巻立てたときよりもほとんどのモードで大きい値となっている。しかし高次のモードにおいてはその差は小さくなることが分かる。また、両モデルとも補強の有無、補強する柱の違いによるモード形状の変化はほとんど見られなかった。

表-1 MODEL-1の固有振動数 (Hz)

MODE	補強前	補強 (1)	補強 (2)
1	3.369	3.648	3.772
2	6.174	6.337	6.588
3	7.332	7.571	7.370
4	16.17	16.39	16.61
5	17.38	17.68	17.55
6	20.08	19.78	20.03

表-2 MODEL-2の固有振動数 (Hz)

MODE	補強前	補強 (1)	補強 (2)	補強 (3)
1	3.263	3.407	3.466	3.455
2	5.970	6.015	6.096	6.213
3	6.432	6.559	6.702	6.438
4	7.178	7.331	7.204	7.381
5	7.918	7.978	7.965	7.952
6	11.87	11.73	11.81	11.87

表-3 最大応答変位 (MODEL-1 JOINT-3)

	Max. Defl. (Cm)	Time (Sec)
補強前	2.543	9.92
補強 (1)	2.026 (79.7%)	2.58
補強 (2)	2.290 (90.1%)	2.56

表-4 最大応答変位 (MODEL-2 JOINT-3)

	Max. Defl. (Cm)	Time (Sec)
補強前	3.372	4.50
補強 (1)	2.504 (74.3%)	10.06
補強 (2)	2.104 (62.4%)	9.58
補強 (3)	2.219 (65.8%)	9.58

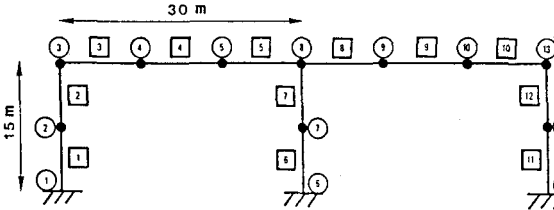


図-1 MODEL-1

Yoshikazu YAMADA, Kazuyuki IZUNO, Masaaki TANAKA

最大応答変位は表-3, 4 のようになった。補強による減少はMODEL-2の方が著しいことが分かる。最大変位を与える時刻は両モデルとも補強の前後で変化しているが、これは固有振動数が変わったため入力地震波のどの時間帯で敏感に応答するかが変わったためであろう。

次に断面力の応答について見てみよう。最大曲げモーメント図は図-2, 3 のようになる。補強後に最大曲げモーメントが急増しているのは巻立てをした柱の固定端付近であるが、この部分は補強前からかなり大きな値を示しているので、補強後は全構造の中で最も大きい曲げモーメントがかかるようになり、これに耐えられないようでは補強の目的は達せられないといえる。また、補強前からの増加の割合はMODEL-2の方が小さくなっている。最大せん断力が増加するのも巻立てをした柱であり、その増加の割合はやはりMODEL-2の方が小さい。また、最大軸力の増加が見られるのは梁の部分であり、特に大きく増加する箇所はそれぞれのスパンにおいて巻立てされた柱に近い部分である。そしてその部分の軸力の増加の割合もやはりMODEL-2の方が小さくなっている。

4. まとめ

以上の結果から、4スパンのモデルの方が2スパンのモデルよりもRC巻立てによる効果が高いことが分かる。

なぜなら、補強による最大変位の減少は4スパンの方が大きく、巻立てた柱付近の最大断面力の増加は4スパンの方が小さいからである。

ただし、本研究の計算は全て線形計算で行われているので、この結論がそのまま実際の例に当てはまるとはいえない。今後の課題として、塑性域の挙動も考慮した弾塑性応答解析が必要である。

《参考文献》

- 1) (社) 土木学会東北支部
『1978年宮城県沖地震調査報告書』
- 2) 渡辺昇、宮本裕
『時刻歴地震応答解析法』
1985年 技報堂出版

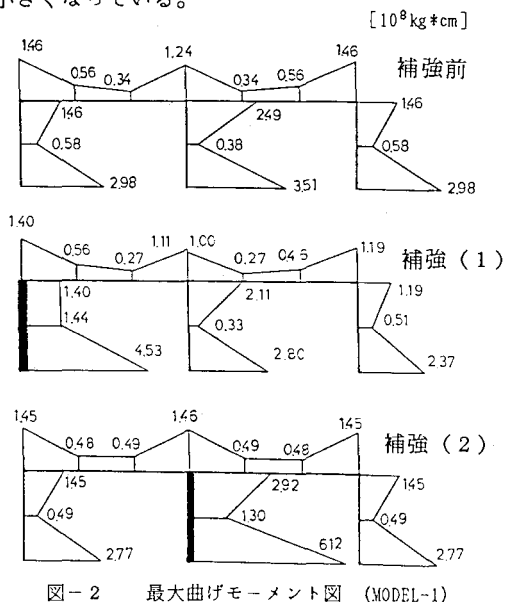


図-2 最大曲げモーメント図 (MODEL-1)

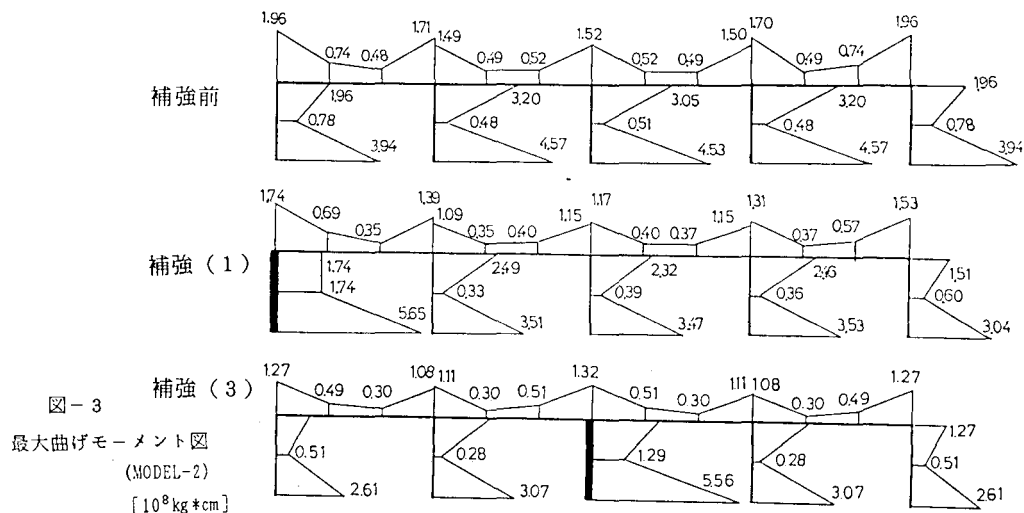


図-3
最大曲げモーメント図
(MODEL-2)
[10⁸kg*cm]