

I-540

主鉄筋段落しを有する壁式RC橋脚の鋼板巻立て工法による耐震補強法

建設省土木研究所 正員 川島 一彦
正員 運上 茂樹
正員○飯田 寛之

1. はじめに

本文では、主鉄筋段落し部で損傷を受ける可能性のある壁式RC橋脚に対する鋼板巻立て工法による耐震補強法について実験的に検討した結果を報告する。

2. 実験に用いたRC橋脚模型及び実験方法

実験に用いたRC橋脚模型は、図-1に示すように40cm×160cmの壁式断面を有する載荷高さ2.6mの供試体3体（R-19～R-21）である。主鉄筋は、D10（SD295）を載荷方向面（長辺）には29本、側面（短辺）には7本、合計68本を一段配筋している。主鉄筋比は0.76%である。帯鉄筋としてはSR235φ6mmを20cm間隔で配筋し、帯鉄筋比は0.08%である。主鉄筋の段落し位置はフーチング上面から高さ80cmの位置とし、ここで、主鉄筋を約半分（主鉄筋比0.40%）に段落ししている。主鉄筋の段落し高さの決定は、段落とした鉄筋が、その高さまで100%有効に働くと仮定した上で、基部の主鉄筋と同時に段落し位置において段落しでない主鉄筋も降伏するように定めた。模型の寸法及び配筋等は3体の供試体に対して共通とした。

上記3体の供試体の違いは、鋼板巻立て工法による巻立て幅である。まず、供試体R-19は鋼板による補強を施していない供試体である。供試体R-20では、鋼板により段落し位置の上側には1D（D：載荷方向の断面幅）、下側には0.5Dの範囲を巻立てた。供試体R-21は、鋼板による巻立て幅を段落し位置の上側及び下側で1Dずつ、合計2Dとした。鋼板は冷間圧延鋼板SPCC（引張強さ2,800kgf/cm²）で厚さは1mmである。鋼板と橋脚の間には、無収縮モルタルを2cmの厚さで注入した。

荷重作用位置に生じる変位を降伏変位 δ_y と定義し、この整数倍の変位（ $n \times \delta_y$ ）で順次変位振幅を増加させた。降伏変位 δ_y は、供試体R-19の橋脚基部で主鉄筋が降伏した時（降伏ひずみ：1,800 μ ）の変位（18.2mm）とし、他の供試体に対しても共通とした。同一の載荷変位振幅における繰返し回数は10回とした。なお、上部構造重量として10kgf/cm²の軸力を載荷した。

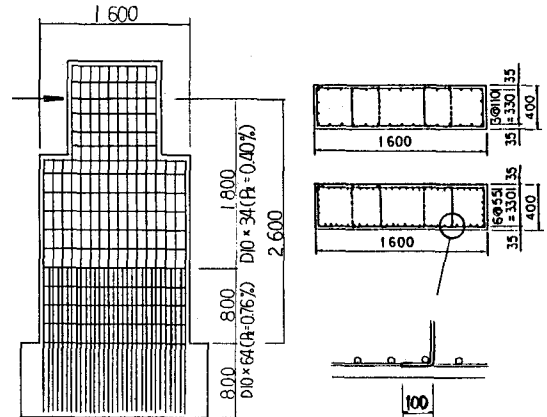


図-1 供試体の配筋図

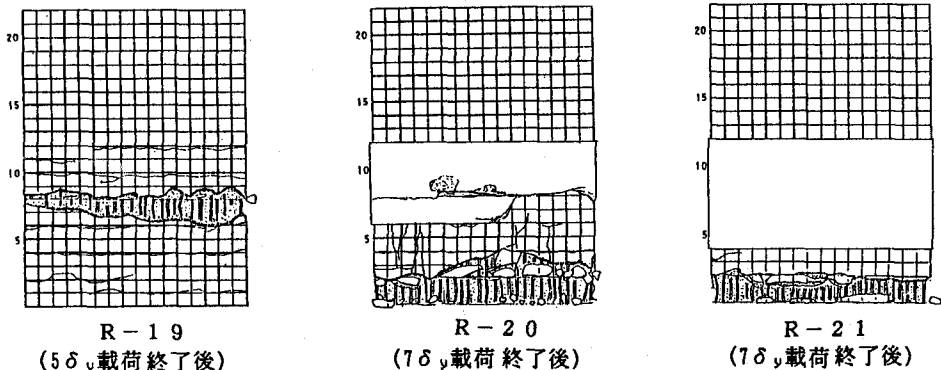


図-2 最終破壊性状
(R-20, R-21は鋼板を剝したもの)

3. 実験結果

1) 破壊性状：図-2は、3体の供試体の最終破壊性状を示したものである。無補強の供試体R-19では、3 δ_y 載荷になると段落し部で先行してかぶりコンクリートが剝離し始めた。4 δ_y 載荷で段落し部の主鉄筋が破断し始め、5 δ_y 載荷になると主鉄筋が17本破断し、最終的に段落し部で破壊した。1.5Dの幅の鋼板で補強した供試体R-20では、鋼板下端から基部にかけてひびわれが進展し、4 δ_y 載荷では基部のかぶりコンクリートが高さ20cmにわたって剝離した。同時に補強鋼板と無収縮モルタルの付着が切れ、鋼板にずれが生じた。5 δ_y 載荷になると、かぶりコンクリートの剝離が基部で進行するとともに、基部の主鉄筋の破断が生じた。同時に補強鋼板の長辺側では鋼板下端で膨らみ始めた。その後基部の主鉄筋の破断が進行し、最終的に基部で曲げ破壊した。なお、実験終了後に鋼板を取り除くと段落し部にも水平のひびわれが認められた。2Dの幅の鋼板で補強した供試体R-21では、基部においてひびわれが進展し、4 δ_y 載荷では、基部のかぶりコンクリートが剝離し、5 δ_y 載荷で基部の主鉄筋が破断し始めた。その後基部において損傷が進行し、最終的に基部で曲げ破壊した。3 δ_y 載荷で鋼板上端部の長辺側で鋼板とモルタルの付着切れが生じたが、その後鋼板の変形は進行していない。実験終了後に鋼板を取り除いたが段落し部には全く損傷が生じていなかった。

2) 耐力及び変形性能：図-3～図-5は、荷重～変位の履歴曲線の包絡線、累積吸収エネルギー、及び減衰定数を比較したものである。これによれば、無補強のR-19に比較して、鋼板で補強した場合には、降伏荷重では8%、最大耐力で13%程度向上する。R-20とR-21を比較してみると、耐力及び変形性能にはほとんど違いが認められないが、累積吸収エネルギーを見てみると供試体R-20の方がR-21に比べて5 δ_y 載荷以降に大きくなっている。これは、R-21では段落し部の損傷は生じていないが、R-20では段落し部にも損傷が生じた結果、吸収エネルギーが大きくなったものである。ただし、これは変位制御で載荷したためであり、実際の地震時に2箇所塑性ヒンジが生じることが耐震性を向上させるとは考えられない。表-1は3体の耐力及び変形性能を比較したものである。これによれば、鋼板による補強により耐力の向上は前述の5～15%程度であるが、じん性率は約50%向上する。

4. 結論

- ① 鋼板で1.5Dの幅を補強した場合には最終的には基部で曲げ破壊するが、鋼板に変形が生じ段落し部にも損傷が生じる。2Dの幅で鋼板補強した場合には、損傷は基部に集中し、段落し部には損傷は生じない。
- ② 鋼板による補強により、耐力で5～15%、じん性率は約50%向上する。

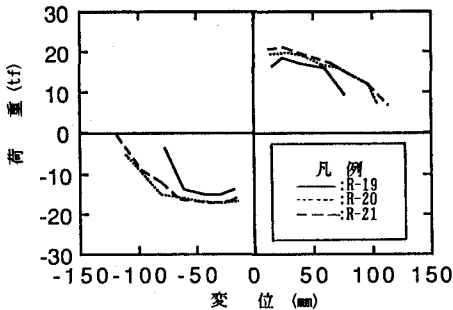


図-3 荷重～変位包絡線

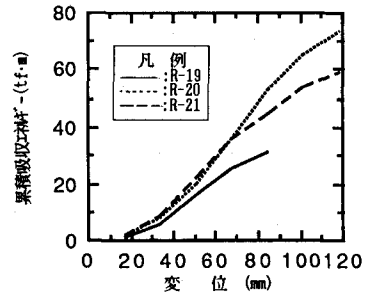


図-4 累積吸収エネルギー

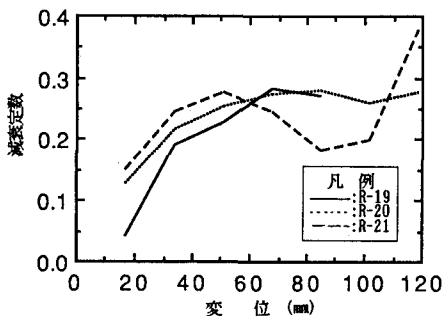


図-5 減衰定数

表-1 耐力及び変形性能

供試体	R-19	R-20	R-21
降伏荷重 P_y (tf)	13.9	15.0	14.8
降伏耐力 P_{max} (tf)	16.8	18.5	19.0
P_{max}/P_y	1.21	1.23	1.28
降伏変位 δ_y (mm)	13.0	9.9	9.3
終局変位 δ_u (mm)	69.2	80.9	76.4
じん性率	5.34	8.37	8.40