大コア施工を施した鋼製ラーメン橋脚隅角部の地震時挙動

1. はじめに

近年,高架道路橋の下部構造物として建設されている 鋼製ラーメン橋脚には,箱形断面のはり・柱からなるもの が多く用いられている.このようなラーメン橋脚の問題点 の一つに,隅角部における疲労き裂がある.疲労き裂の 存在は,それ自体が重大な損傷であるだけでなく,地震 時には脆性破壊の危険性を増加させる.そのため,疲 労き裂防止対策が多く提案なされている.その中の一つ として,大コア施工がある.隅角部に孔をあけるこの工法 では,隅角部に発生した疲労き裂およびその発生原因 である固有内在きずを除去することが可能となり,疲労 耐久性の向上が期待できる.また,座屈強度については, 隅角部に引張力のみが作用する場合はあまり影響がみ られず,圧縮力が作用する場合に影響が表れるとされて いる¹⁾.

そこで本研究では,主に座屈強度に影響がないとされ ている引張力が作用する側に施された大コア施工が, 地震動により圧縮力を受ける場合の隅角部の座屈強度 に与える影響を数値解析によって調べた.

2. 解析モデル



図-1 解析モデルと大コア施工位置

本研究では,実際に大コア施工が行なわれたラーメン 橋脚の形状に合わせて,はり部材に段差を有する橋脚

信州大学工学部		○森川	信
信州大学工学部	正会員	清水	茂

を解析モデルとした. 図-1に本研究で用いた解析モデ ルの全体図を示す. このモデルの各部材の断面寸法は, 柱・はり部材とも, 断面高さ 2000 mm× 幅 2000 mm× 板厚 20 mm とし, モデルの対称性を考慮して断面の 1/ 2 の部分を解析対象とした. さらに, 柱・はりともダイヤフ ラムを 2000 mm 間隔で配置した.

本研究では、パラメータの一つとして、大コアの半径 Rを用いた. 図-2(a)に Z 軸方向から見た隅角部の形状を示し、(b)に X 軸方向から見た隅角部の形状を示した. 大コアの半径 R は 50~150 mm の値をとることとした.



(a)Z 軸方向 (b)X軸方向 図-2 大コア半径の定義

なお,大コアの奥行きは,半径 *R* と等しい値とした.また, 隅角部周辺の影響を詳しくみるために,隅角部周辺の 要素分割を細かくし,最小メッシュサイズは板厚程度とし た. 作成したモデルの隅角部の拡大図を図-3に示す.



図-3 大コア施工のモデル化

鋼材は柱・はり部材ともに SM 490 材を用い, 密度 7.848×10⁻⁹ t/mm³, ヤング係数 200 GPa, ポアソン比 0.3,降伏応力 315 MPaとした.また, 非線形領域に関 してはバイリニアモデルを用いた.

また本研究では,自重と地震動を考慮して解析を行な うものとした.入力地震動として,図-4に示す2004年に 新潟県川口町川口で観測された新潟県中越地震本震 の地震波を用いた.その際,東西および上下成分の地 震加速度を慣性力として入力し,地震応答解析の解法 として Newmark β 法を適用した.また,橋脚および上部 工の自重は,鉛直下方へ重力加速度を慣性力として与 えることで考慮するものとした.解析を実行するにあたり, 汎用 FEM 解析プログラム MSC. Marc mentat 2005 r2を 使用した.



(a) 新潟県中越地震本震 EW 成分



図-4 入力地震動

3. 解析結果

図-5に左橋脚隅角部から150mm 地点の橋軸方向変 位の時刻歴を示す. それぞれ大コアの半径を 50, 100, 150mm に変化させた. これより、大コアの半径が長くなるにつれて、変位も大きな値をとっていることがわかる. ウェブで座屈が発生した4.0秒付近から橋軸方向の変位が大きくなり、4.5秒時にはコアが無いモデル(以下、R=0と表す)とR=150mm モデルとで2倍程度の変位の差がみられた. これらの橋軸方向の変位の違いは、隅角部に施した大コアがウェブで発生した座屈を助長した結果、表れた差であると思われる.



図-5 隅角部付近の橋軸方向変位履歴

図-6に 4.5 秒時の変形図を示す. *R*=50mm のモデルと比較すると*R*=150mmのモデルの孔周辺に大きな変形が見られる.



このことより、大コア施工を行う際には、コア半径に注意する必要があると言える.

なお、本稿の解析モデルはすべて、鋼製ラーメン橋脚 に補剛材の無い場合である.紙面の都合上、補剛材を 有するモデルの解析結果は、当日発表する.

参考文献

1) 大橋・清水ら:大コア施工による鋼製ラーメン橋脚隅 角部の強度変化,土木学会中部支部,I-44,平成18年