

大コア施工による鋼製ラーメン橋脚隅角部の強度変化

長野県長野工業高等学校

○松原 智大

長野県長野工業高等学校

黒岩 大地

信州大学工学部

大橋 良

信州大学工学部

正会員

清水 茂

長野県長野工業高等学校

岸 圭太

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は、箱形断面のはり柱からなるものが多用されている。このような、ラーメン橋脚の問題の一つに隅角部における疲労き裂がある。疲労き裂の進展はぜい性破壊の危険を増加させる。そのため、疲労き裂防止に対する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。この工法は、隅角部における疲労き裂および固有内在きずを除去することが可能となり疲労性能の向上を図ることが可能となる。しかしながら、この大コア施工による鋼製ラーメン橋脚隅角部の疲労き裂対策としての隅角部ディテールの改善が、鋼製ラーメン橋脚の強度にどのような影響を与えるかについては、あまり検討されていない。

そこで本研究では、隅角部の疲労対策としての大コア施工が、隅角部の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

本解析では、実際に大コア施工が施されているラーメン橋脚の形状にあわせて、はり部材に段差を有する橋脚の隅角部を解析モデルとした。図 - 1 に本研究で用いた

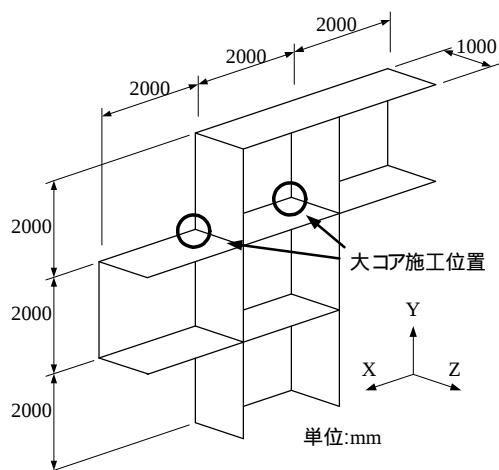


図 - 1 解析モデルと大コア施工位置

解析モデルの全体を示す。各部材の断面寸法は、柱ははり部材とも、 $2000 \times 2000 \times 20 \text{ mm}$ 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。また、本研究では、大コア施工個所が主に引張力を受ける場合と、主に圧縮力を受ける場合の強度の違いをみるために、図 - 1中のような二つの施工場所を採用している。図 - 1中の は引張側の大コア施工位置であり、 は圧縮側の大コア施工位置である。

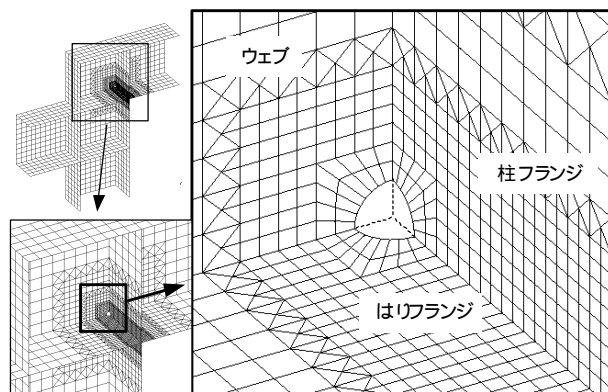


図 - 2 大コア施工のモデル化

図 - 2は、圧縮側に大コア施工を行った場合の解析モデルの隅角部拡大図である。隅角部周辺の影響をみるために、隅角部周辺では、要素分割を細かくした。

本解析ではパラメータの一つとして、図 - 3に示すような大コアの半径 R を用いた。大コアの半径 R は $50 \sim 150 \text{ mm}$ の値をとることとした。なお、大コアの奥行きは、半径 R と等しい値とした。

鋼材は柱、はり部材ともにSM 490 材を用い、ヤング係

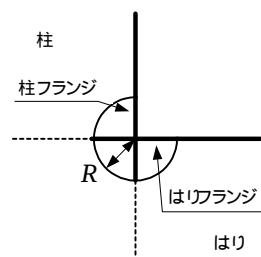


図 - 3 大コアの半径

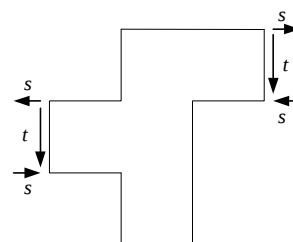


図 - 4 荷重

数 200 GPa、ポアソン比 0.3、降伏応力 315 MPa とする。また、非線形域に関してはバイニアモデルを用いる。荷重については図 - 4に示すように、はり部材端部のウェブに下向きせん断力を作用させ、はり部材端部の上フランジには水平方向の引張力、下フランジには圧縮力をそれぞれ作用させることにより、はり部材に曲げモーメントが発生しているものとみなした。

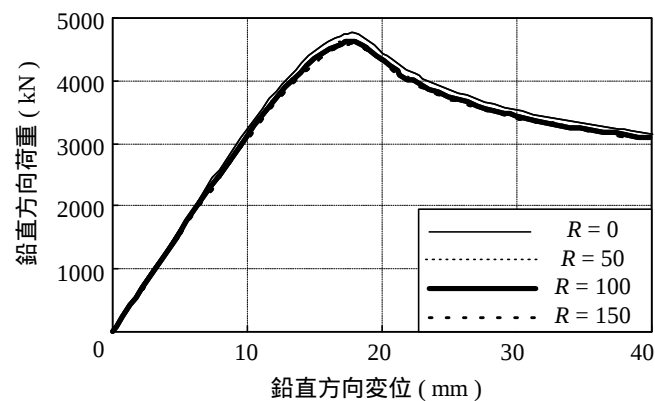
静的弾塑性解析は、汎用 FEM 解析プログラム MSC . Marc mentat 2005 r2 を使用する。

3. 解析結果

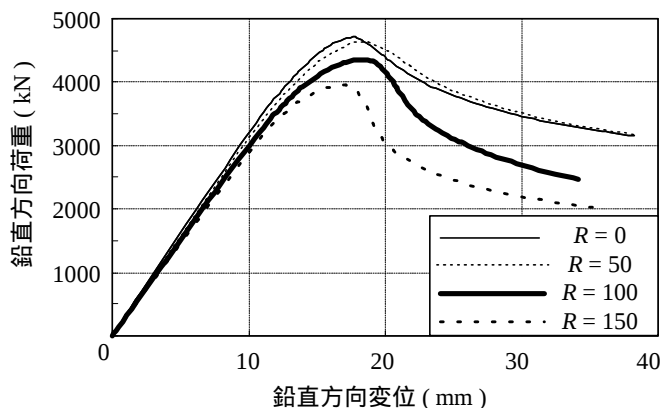
図 - 5は、引張側に大コア施工をしたモデルと圧縮側に大コア施工をしたモデルの荷重 - 変位曲線である。それぞれ大コアの半径を 50, 100, 150 mm に変化させた。横軸の変位量は、はり端部のウェブ中央部での鉛直方向の面内変位である。

引張側の場合、大コアの大きさが変化しても、孔が無い場合（以下、 $R = 0$ と表す）とほぼ同様な曲線が描かれており、最大荷重にも大きな変化はほとんど無い。この結果から、引張側の隅角部における大コア施工は、鋼製ラーメン橋脚の強度に影響がないことがわかる。

一方、圧縮側では、 $R = 50$ のときには、 $R = 0$ と同じ



(a) 引張側に大コア施工



(b) 圧縮側に大コア施工

図 - 5 荷重 - 変位曲線

ような曲線を描いている。しかし、 $R = 100$ 以上になると最大荷重が、引張側に大コア施工した場合より先減少している。つまり、圧縮側の隅角部に大コアを施す場合は、孔が小さい場合は橋脚の強度に影響しないが、孔が大きくなるにつれ、鋼製ラーメン橋脚の強度は減少する傾向にあるといえる。

図 - 6は、圧縮側に大コア施工をしたモデルの鉛直方向荷重 - 面外変位曲線である。面外変位点は、柱部材の最大荷重時における最大面外変位点をとった。この図より $R = 100$ 以上において、最大荷重後に急激な荷重の除荷が始まっている。図 - 7は最大荷重時後の隅角部周辺の $R = 50$ と $R = 150$ モデルの変形図である。図 - 7より $R = 150$ モデルの孔周辺に大きな変形が見られる。よって、最大荷重後の荷重の除荷は孔周辺によ

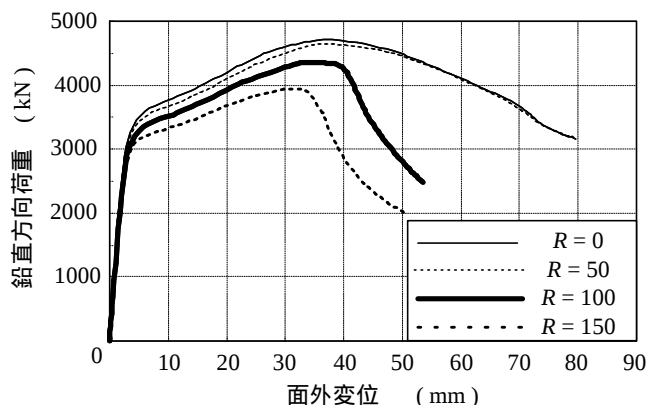


図 - 6 荷重 - 面外変位曲線

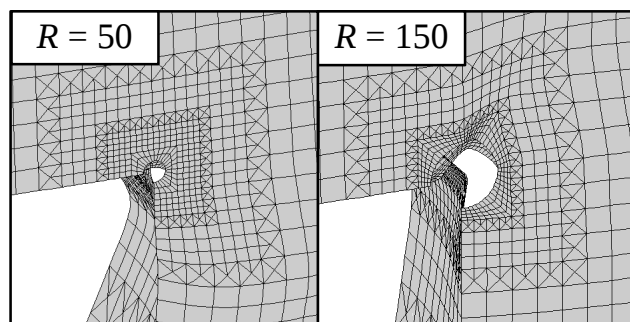


図 - 7 最大荷重後の変形図 倍率 3 倍

る変形によるものと思われる。これらの結果より、圧縮側における大コア施工を行う際は、大コアの半径に注意する必要があるといえる。

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、補剛材有りの場合の解析結果は、当日発表する。

本研究は、長野工業高校と信州大学工学部の「高大連携プログラム」にもとづき、信州大学の研究活動の一部に長野工業高校の生徒が参画して実施されたものである。