

仮設栈橋の端部ブロックの耐荷力とその設計法に関する解析的検討

大阪公立大学大学院 学生員 ○李 若曦
ヒロセ株式会社 非会員 松田 伊佐雄

大阪公立大学大学院 学生員 陳 瑜
株式会社駒井ハルテック 非会員 東 博年
大阪公立大学大学院 正会員 山口 隆司

1. 研究背景と目的

仮設栈橋は短時間で設置する必要があるため、主桁連結構造にはボルト本数を削減可能な高力ボルト引張接合の採用が望ましい。既往研究では、図-1 に示すエンドプレート接合を用い、主桁に L 形の切欠きフランジを有する構造 (L 形切欠部) が提案された。L 形切欠部が支点上に配置される場合においては、図-2 に示すような端部ブロックを追加することになるが、端部ブロックの構造詳細と破壊モードと耐荷力の関係は明らかではない。

本研究では、端部ブロックの部材寸法をパラメータとした FEM 解析を実施し、L 形切欠鋼桁端部の耐荷力と破壊モードについて検討した。

2. 解析モデルおよび解析ケース

解析モデルの構造と境界条件を図-3 に示す。汎用有限要素解析コード Abaqus/Standard 2022 を用い、弾塑性有限変位解析を行った。境界条件はソールプレート下端をピン支持し、支点から 1,000mm 位置の載荷板に強制変位を与え、支点から 3,000mm の断面に対称条件を与えた。L 形切欠鋼桁端部は、ウェブ板厚と端部ブロックウェブ板厚が 12mm とし、スカーラップを設けた支点上補剛材の断面は 229×18mm である。なお、桁および端部ブロックの初期不整は考慮していない。

材料特性は表-1 に示すように、支点上補剛材を SS400、その他が SM490Y とし、完全弾塑性型とした。L 形切欠鋼桁端部、下フランジ、エンドプレートおよび補剛材には低減積分ソリッド要素(C3D8R)、それ以外にはシェル要素 (S4R) を使用した。エンドプレートは厚さ方向に 3 分割し (1 辺 5mm)、ほかの部位は 1 辺 25mm とした。

解析ケースは表-2 に示すように、girder は図-3a に示すように、支点上補剛材を有する通常のプレートガーダー桁端部構造である。original は図-3b に示すように、端部ブロックを有する L 形切欠鋼桁端部であり、端部

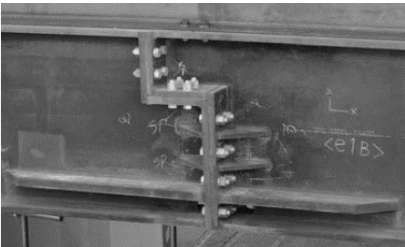


図-1 L 形切欠を有するエンドプレート接合部構造

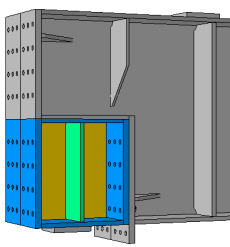


図-2 L 形切欠を有する端部ブロック構造

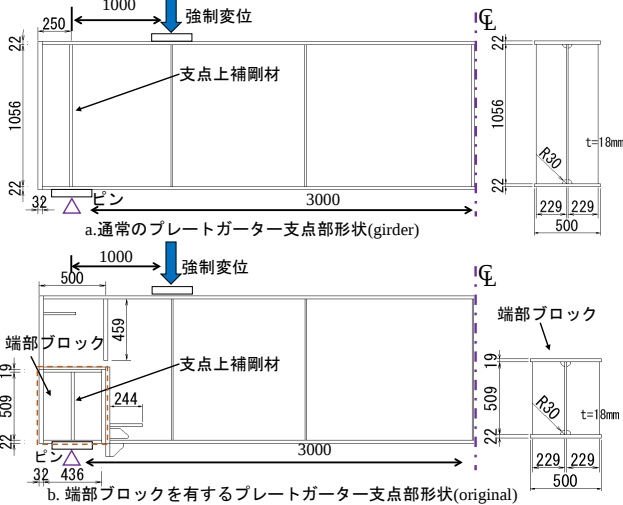


図-3 解析モデルの寸法図

表-1 材料特性

部材名	鋼種	弾性係数 E	ポアソン比 ν	降伏応力 σ_y (N/mm ²)
補剛材	SS400	200,000	0.3	235
その他	SM490Y			355

表-2 解析ケース

case	Web (mm)	Stiffener (mm)	パラメータ		
	t	t	b	幅厚比 R	細長比 λ
girder	12	18	229	0.7	0.2
original	12	18	229	0.7	0.09
Light-R1-L1	10	12	229	1.05	0.1
Light-R1-L15	8	12	229	1.05	0.15
Light-R13-L15	7	8	190	1.31	0.15
Light-R06-L15	7	8	90	0.62	0.14

ブロック断面およびエンドプレートの板厚は、主桁断面と同じとしている。また、Light の 4 つのケースは端部ブロックの部材寸法を変化させ、十字柱として機能する端部ブロックのウェブ板厚と支点上補剛材の寸法をパラメータとするケースである。

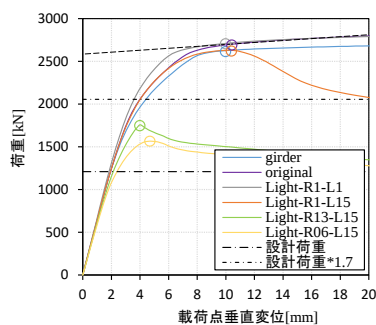


図-4 荷重 - 載荷点垂直変位関係図

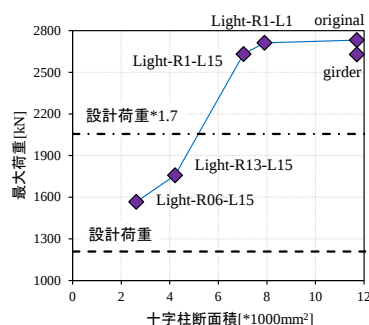


図-5 各ケースの最大荷重 - 十字柱断面面積関係図

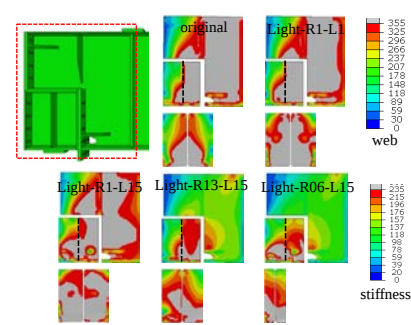


図-6 各ケースの最大荷重時点ウェブと補剛材 mises 応力コンター図

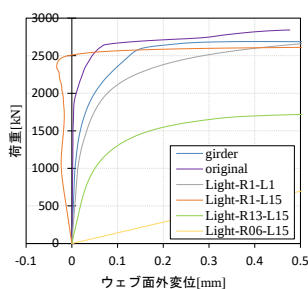


図-7 荷重 - ウェブ面外変位関係図

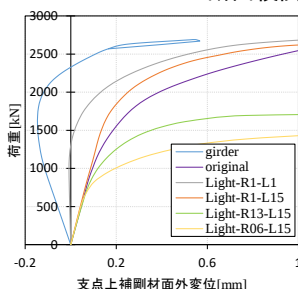


図-8 荷重 - 支点上補剛材面外変位関係図

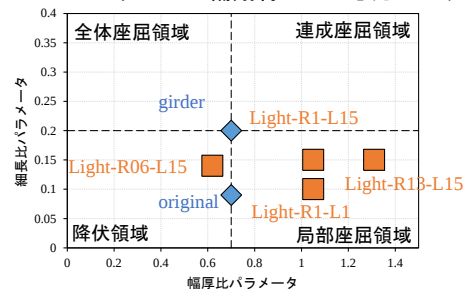


図-9 各ケースの座屈パラメータと座屈モード

3. 解析結果

各ケースの荷重 - 載荷点垂直変位関係を図-4、最大荷重 - 十字柱断面面積関係を図-5 に示す。ここで、十字柱の断面面積はウェブ（有効幅 24t を考慮する）と支点上補剛材の面積で合算した。また、荷重 - 載荷点垂直変位関係から、荷重低下の発生もしくは曲線の傾きが一定となった時点（破線で示す）の荷重を最大荷重とした。

端部ブロックを有する original の最大荷重は、通常の桁端部である girder と同程度となった。original に対して十字柱断面面積が 32.5% 減少した Light-R1-L1 は、最大荷重がほぼ減少せず、その時点の塑性化範囲も同程度である。桁端部の最大荷重が主桁の 1.7 倍設計荷重より小さくなった。また、Light-R1-L15, Light-R13-L15, Light-R06-L15 において、十字柱断面面積が 40, 64, 78% 減少すると、最大荷重はそれぞれ 4, 36, 43% 低下した。

各ケースの最大荷重時点のウェブと支点上補剛材の mises 応力コンター図（破線：支点上補剛材の位置）を図-6 に、荷重 - ウェブ面外変位関係を図-7 に、荷重 - 支点上補剛材面外変位関係を図-8 に、各ケースの座屈パラメータと設計座屈モードを図-9 にそれぞれ示す。

図-7 より、Light-R1-L15 は最大荷重に到達する前に、ウェブの面外変位が急増し、荷重 - 載荷点垂直変位の傾きも低下しており、ウェブの座屈が発生した。一方、

Light-R06-L15 は、幅厚比パラメータによる局部座屈の区分(図-9)と同様に、明瞭な座屈は発生せず、端部ブロックの十字柱総断面が降伏していることを確認した。また、Light-R1-L1 と Light-R1-L15 はともに主桁のウェブのせん断降伏で最大荷重が決まるため、最大荷重の変化は小さく、Light-R1-L15 は girder と同程度の耐力を有していた。

また、十字柱断面面積を減少させた Light-R1-L15, Light-R13-L15, Light-R06-L15 は、端部ブロックで最大荷重が決まるため、主桁の塑性化範囲は original に比べて小さくなり、Light-R13-L15 と Light-R06-L15 では、最大荷重が主桁の設計荷重の 1.7 倍より小さくなった。

4. まとめ

girder モデルより幅厚比パラメータが大きくなって、端部ブロックの有効座屈長が半分になることから、細長比パラメータの変動幅が小さくその影響は小さい。また、幅厚比パラメータ 1.05 までは端部ブロックの十字柱断面面積を減少させても最大荷重の低下は小さいと推察される。

<参考文献>

[1] 白倉誠, 宮下剛, 佐々木栄一, 三ツ木幸子, 山崎努, 杉山俊幸, 腐食損傷を有する鋼 I 桁端部の耐力推定方法に関する一検討, 土木学会論文集 A1 (構造・地震工学), 73 巻, 3 号, p. 560-578, 2017