Osaka University Knowledge Archive

Title	フィレットを有する鋼製ラーメン橋脚隅角部の弾塑性挙動および設計法に関する研究
Author(s)	美島, 雄士
Citation	大阪大学, 2014, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://doi.org/10.18910/34449
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

https://ir.library.osaka-u.ac.jp/

Osaka University

様式３

論　文　内　容　の　要　旨

氏　名　（　美　島　雄　士　）	
論文題名	フィレットを有する鋼製ラーメン橋脚隅角部の弾塑性挙動および設計法に関する研究

論文内容の要旨

都市高速道路において実績の多い鋼製ラーメン橋脚は，その重要度の高さから大規模地震に対しても脆性破壊せず，さらに崩壊に至らない性能が要求される構造物である．特に，鋼製ラーメン橋脚を構成するはりと柱の接合部である隅角部は力の伝達が複雑であり，地震の影響により橋脚基部と同様，大きな断面力が発生する部位であることから，隅角部の弾塑性挙動を正確に把握することは鋼製ラーメン橋脚全体の性能を評価する上において非常に重要なことである．一方，近年では道路橋の隅角部においてフランジのせん断遅れに起因した応力集中による疲労き裂が発見され，疲労対策としてはりと柱のウェブをフィレットにより滑らかに連結する構造が実構造物に適用されている．

鋼製ラーメン橋脚の主要部位である隅角部の設計法は道路橋示方書に具体的な規定がないため，従来から高速道路会社の設計要領に準じて行われている．しかし，この設計法はフランジにせん断遅れに起因する応力集中を考慮した弾性設計法であることから隅角部の重量が一般部に比べて増加し，施工性や経済性に不都合が生じる場合があり，さらにレベル2地震動に対する適用性が確認されていない．

このような背景から，本研究では，フィレットを有する鋼製ラーメン橋脚隅角部について常時からレベル2地震動までの安全性照査が可能となる新しい設計法の提案を目的とした．

本論文は全5章で構成し，各章の概要は以下のとおりとしている．

第1章では，本研究の背景，目的および方法について述べた．

第2章では，隅角部の弾塑性挙動を明らかにするため実構造物の鋼材材質，補剛構造およびフィレットなどの細部構造を再現した縮尺模型を用いた正負交番載荷実験および実構造物を対象とした弾塑性有限変位解析を実施した．その結果から隅角部の耐力と変形能に関する基本特性，構造部材と構造要素の損傷過程などを明らかにした．さらに，弾塑性挙動に基づき隅角部の限界状態を設定した．具体的には，常時・レベル1地震動では隅角部が弾性限界となるウェブパネルの初期降伏を限界状態とし，レベル2地震動ではフランジおよびウェブパネルの応力状態が局部的な降伏にとどまり，かつ，隅角部の残留変位が修復に問題とならない程度として隅角部に副次的な塑性化を許容したフランジ降伏荷重の90%を限界荷重に設定した．

第3章では，フィレットに着目し，フィレットが有するフランジの応力集中低減効果を活用した設計法の確立に向けた検討を行った．検討では，既往の研究を参考としてフィレットに要求される性能と限界状態を設定した上で，縮尺模型を用いた載荷実験と実構造物モデルに対する弾塑性有限変位解析によりフィレットの挙動特性と性能を明らかにした．そして，設計荷重と性能の関係を調べることにより設定した要求性能と限界状態を満足した上で，従来の応力集中を考慮する方法ではなく平均応力によるフランジの設計を可能とするフィレットの構造条件について示した．

第4章では，第2,3章で得られた結果を整理，体系化することにより隅角部の新しい設計法を提案した．具体的には，常時・レベル1地震動に対してはフランジにフィレットの効果を考慮した平均応力による設計法，ウェブパネルには初期降伏に着目した設計法を提案し，レベル2地震動に対しては塑性化を許容した限界状態を照査するための応力度照査法，およびキャパシティデザインにならった耐力照査法を提案した．また，提案した設計法は実構造物を対象とした試設計によって適用性を確認し，さらに従来設計法に比べて鋼重の低減が図れることを明らかにして有用性を示した．

第5章では，本研究で得られた結論の総括を行い，さらに今後取り組むべき課題について示した．

様式 7

論文審査の結果の要旨及び担当者

氏　名　（　美島　雄士　）			
論文審査担当者		（職）	氏　名
	主 査	准教授	小野　潔
	副 査	教授	奈良　敬
	副 査	教授	鎌田　敏郎
	副 査	教授	多田　元英
	副 査	教授	依田　照彦（早稲田大学大学院　創造理工学研究科　建設工学専攻）

論文審査の結果の要旨

鋼製ラーメン橋脚において，はりと柱の接合部である隅角部は力の伝達が複雑であり，外力により大きな断面力が発生する部位である．隅角部の弾塑性挙動を正確に把握することは鋼製ラーメン橋脚の性能を評価する上で非常に重要なことである．一方，近年では道路橋の隅角部においてフランジのせん断遅れに起因した応力集中による疲労き裂が発見され，疲労対策として柱とはりのウェブをフィレットにより滑らかに連結する構造が実構造物に適用されている．鋼製ラーメン橋脚隅角部の設計は道路橋示方書には具体的な規定がないため，従来から高速道路会社の設計要領に準じて行われているが，この設計法はせん断遅れに起因する応力集中を考慮した弾性設計法であるために隅角部の重量が一般部に比べて増加し，施工性や経済性に不都合が生じる場合がある．また，この設計法はレベル 2 地震動に対する適用性が確認されていない．このような背景から，本研究は常時からレベル 2 地震動までの安全性照査が可能となる隅角部の弾塑性挙動に基づいた新しい設計法の確立を目的とした．本論文は全 5 章で構成し，各章の概要は以下のとおりとしている．

第 1 章では，本研究の背景，目的および方法について述べている．

第 2 章では，隅角部の弾塑性挙動を明らかにするため，実構造物の鋼材材質，補剛構造およびフィレットなどの細部構造を再現した縮尺模型を用いた正負交番載荷実験および実構造物を対象とした弾塑性有限変位解析を実施している．その結果，隅角部の耐力と変形能に関する基本特性，構造部材と構造要素の損傷過程などを明らかにしている．さらに，隅角部の弾塑性挙動に基づき隅角部の限界状態を設定している．具体的には，常時・レベル 1 地震動に対しては隅角部が弾性限界となるウェブパネルの初期降伏を限界状態とし，レベル 2 地震動に対してはフランジおよびウェブパネルの応力状態が局部的な降伏にとどまり，かつ隅角部の残留変位が修復に問題とならないフランジ降伏荷重の 90%を限界荷重とし，隅角部に副次的な塑性化を許容している．

第 3 章では，フィレットの弾塑性挙動と性能を明らかにするため縮尺模型を用いた載荷実験および実構造物を対象とした弾塑性有限変位解析を実施している．その結果，フィレットの基本的な挙動特性，フィレットが有するフランジの応力集中低減効果および耐荷力を明らかにしている．さらに，フィレットの耐荷力と設計荷重との関係を調べることで，フランジについてはせん断遅れによる応力集中を考慮するのではなく，フィレットの効果を活用した平均応力による設計法を提案している．

第 4 章では，第 2,3 章で得られた結果を整理し体系化することにより隅角部の新しい設計法を提案している．具体的には，常時・レベル 1 地震動に対してはフランジにフィレットの効果を考慮した平均応力による設計法，ウェブパネルに初期降伏に着目した設計法を提案し，レベル 2 地震動に対しては塑性化を許容した限界状態を照査するための応力度照査法，およびキャパシティデザインにならった耐力照査法を提案している．提案した設計法については実構造物を対象とした試設計によって適用性を確認し，また従来設計法に比べて鋼重の低減が図られることを明らかにしてその有用性を示している．

第 5 章では，本研究で得られた結論の総括を行い，さらに今後取り組むべき課題について示している．

以上のように，本論文は，フィレットを有する鋼製ラーメン橋脚の隅角部に着目し，従来から問題となっているせん断遅れの影響を考慮することによる断面の厚板化，レベル 2 地震動に対する安全性照査方法の未確立などの課題に対して，フィレットおよび隅角部の弾塑性挙動を詳細に解明して常時からレベル 2 地震動までを包括する新たな設計法を提案したものであり，今後の鋼製ラーメン橋脚隅角部の合理化やレベル 2 地震動に対する安全性確保に資するものであると評価される．

よって，本論文は博士論文として価値あるものと認める．