

梁端溶接形式が繰返し履歴を受ける H 形断面梁の構造性能に及ぼす影響

Effect of Presence of Access Hole at Beam End of Full Penetration Welding to Structural Performance of I-shaped Beam Members under Cyclic Loading

東京科学大学 環境・社会理工学院 建築学系
五十嵐規矩夫研究室 修士1年 倉持 圭介

背景・目的

長周期地震動により柱梁接合部に繰返し荷重が作用すると想定される
→ 応力集中する梁端部のスカラップディテールが非常に重要になる

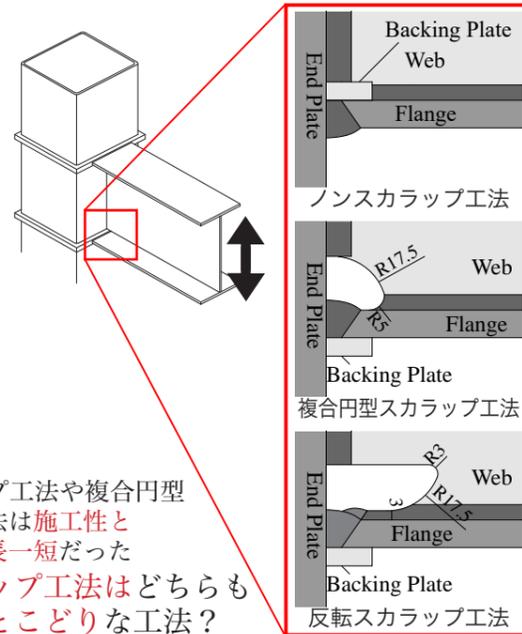
従来の nonslap 工法や複合円型スカラップ工法に関する研究は数多くなされており、またその多くは局部座屈の発生が拘束されている

スカラップ底の応力集中の緩和を目的に近年開発された「反転スカラップ」に関する研究はまだ少ない

本研究では、梁端部の局部座屈の発生を許容した H 形断面梁を対象とし、 nonslap 工法、複合円型スカラップ工法、反転スカラップ工法の3種類の梁端ディテールに対し繰返し荷重実験を行う

梁端ディテール	新規性	現場溶接	変形性能
nonslap 工法	従来型	不可	優
複合円型スカラップ工法	従来型	可能	劣
反転スカラップ工法	新規型	可能	優?

nonslap 工法や複合円型スカラップ工法は施工性と変形性能で一長一短だった
反転スカラップ工法はどちらも叶えるいいとこどりの工法?



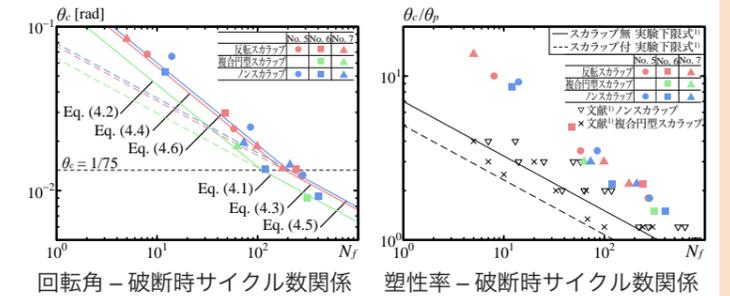
H 形断面梁の繰返し変形性能評価

文献1)では、種々の実験結果から振幅 μ と破断時繰返し数 N_f を抽出し、スカラップの有無ごとに繰返し変形性能の実験下限式を定めている

既往の実験結果よりも変形性能が大幅に向上したのは、局部座屈の発生を許容したことが主たる要因である

実験結果から各梁端溶接形式ごとに実験下限式を設定した

nonslap 工法 = 反転スカラップ工法 > 複合円型スカラップ工法



1) 建築研究所: 長周期地震動に対する超高层鉄骨造建築物の耐震安全性に関する検討, 建築研究資料, No. 160 号, 2014. 7

H 形断面梁の繰返し荷重実験

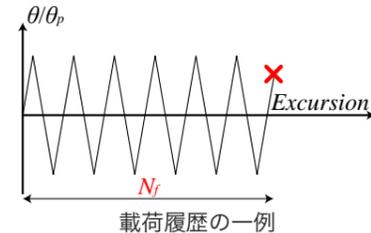
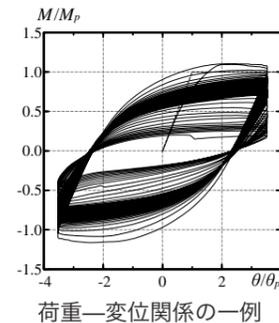
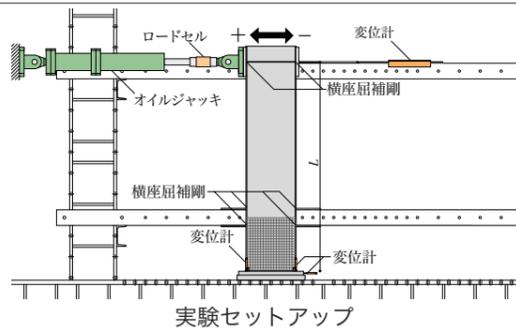
本研究では、同一梁断面を有する nonslap、複合円型スカラップ、反転スカラップ工法の片持ち梁形式の H 形断面梁に対し繰返し荷重実験を行う
フランジが完全に破断するまで正負交番定振幅繰返し荷重を行い、破断するまでに要したサイクル数 N_f を測る

実験の結果、振幅の大きい試験体は顕著な局部座屈が発生し、座屈箇所破断に至り、振幅の小さい試験体では局部座屈の程度が小さく、梁端部で破断に至る傾向が確認された

梁端部の局部座屈の発生により変形性能が向上することがあるため、本研究ではウェブ幅厚比の大きい梁断面を採用し、梁端部のリブ補強も設けていない

試験体シリーズ

Series	Section	L	b_w/t_w	b_f/t_f	α	W_F
No. 5	H-380×125×4.5×9	1750	80.1(FD)	6.95(FA)	0.178	0.930
No. 6	H-480×150×6×9	2000	75.2(FD)	8.31(FB)	0.150	0.918
No. 7	H-435×125×4.5×9	1750	93.0(FD)	6.98(FA)	0.184	0.995



破断時変形図の一例



破断箇所詳細図の一例

Series	載荷履歴	振幅 θ/θ_p	破断サイクル数 N_f [cycle] / 破断に至るき発生箇所		
			反転スカラップ	複合円型スカラップ	nonslap
No. 5_2.8	定振幅	10.0	8 / 座屈	-	14 / 座屈
No. 5_1.0	定振幅	3.52	58 / 梁端	-	85 / 座屈
No. 5_0.5	定振幅	1.76	273 / 梁端	-	282 / 梁端
No. 6_1.0	定振幅	2.2	241 / スカ	-	118 / 座屈
No. 6_0.7	定振幅	1.5	-	310 / 梁端	407 / 梁端
No. 7_3.1	定振幅	13.0	5 / 座屈	-	6 / 梁端
No. 7_0.7	定振幅	2.95	98 / 梁端	63 / 梁端	73 / 座屈
No. 7_0.5	定振幅	2.2	176 / スカ	-	210 / 座屈

有限要素法解析による再現解析

汎用有限要素法解析ソフト Marc を用いて、実験で用いた梁の再現解析を行った

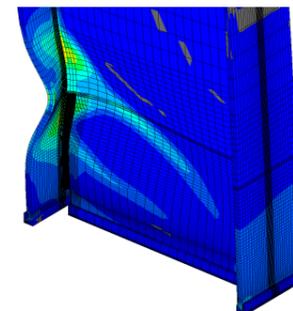
スカラップ近傍をより正確に再現するため、溶接や母材の溶融部分もモデル化

ソリッド要素を用いた実大モデル
材料構成則は下負荷面モデルを用いる

解析上の変形も実験と一致しており、有限要素法解析により実験を概ね再現できている

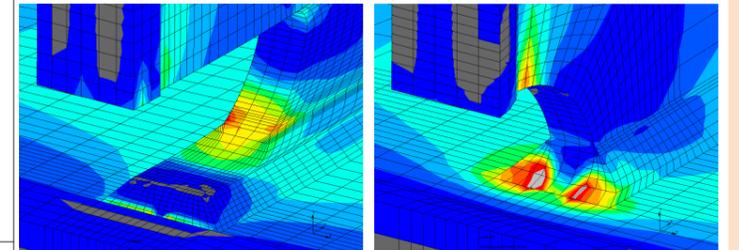


実験における変形モード

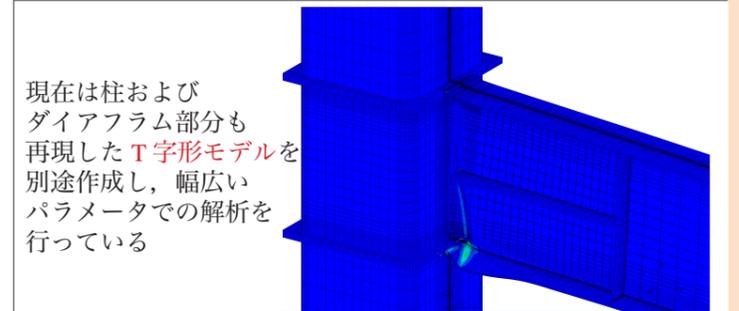


解析における変形モード

新たな工法である反転スカラップ工法は従来の複合円型スカラップ工法よりもスカラップ底のひずみ集中が緩和されている



反転スカラップ工法 従来の複合円型スカラップ工法
スカラップ形状による相当塑性ひずみ分布の違い



柱梁を再現した解析モデル

現在は柱およびダイアフラム部分も再現した T 字形モデルを別途作成し、幅広いパラメータでの解析を行っている

今後の展望

既往の評価式では、梁端部の工法の種類で決まる係数と荷重振幅しか変数に取っておらず、今後は梁や柱の断面諸元を評価式の変数に含めることを目標に、様々な実験や解析を実施する方針である

また、これまで行った実験は梁のみを再現した試験体であったため、梁ウェブの伝達モーメントの影響を考慮出来ていないため、柱梁を模擬した T 字型の試験体での荷重も実施したい

論文 / 発表の実績・予定

- 日本建築学会 大会学術講演梗概集
 - 2025. 4 論文提出
 - 2025. 9 大会発表
 - 若手優秀発表賞 (鉄骨構造) 受賞
- 日本鋼構造協会 鋼構造年次論文集
 - 2025. 5 Abstract 提出
 - 2025. 8 本論提出 (査読あり)
 - 2025. 11 鋼構造シンポジウム発表
- The 9th Joint Workshop on Building / Civil Engineering between Tongji and Science Tokyo
 - 2025. 5 論文提出
 - 2025. 6 発表 (英語)