

既存鉄骨建築の溶接品質と非破壊検査

○吹田啓一郎・佐藤有希・長田暢浩

1. はじめに

建築物の地震被害に関する予測や防災対策を考えるために、実在する建物の耐震性能を精度よく予測することが求められる。鉄骨建物では兵庫県南部地震の被害とその後の研究から、溶接接合の設計・施工の違いにより、早期に破断して耐震性が損なわれることがあり、その要因として施工技量や品質管理体制が重要であることが分かってきた。設計規範や構造形式、工法などの条件だけから建物が現実に保有する耐震性能を予測することは難しく、特に施工品質に関わる性能の実態を知るには実建物を対象に調査を重ねてデータを蓄積する以外に方法はない。

本研究は、既存鉄骨造建物の溶接による柱梁接合部を対象に、各種検査で溶接欠陥の有無と欠陥の種類や発生位置の特徴を調査した。また、実大鉄骨骨組の実験で、試験体柱梁接合部に人工的な欠陥を設け、欠陥が接合部の力学性能や破壊過程におよぼす影響を調べる、また有限要素解析によって応力、歪の分布への影響を求めて欠陥の存在と破壊要因との関係を調べた。

2. 既存鉄骨溶接部の非破壊検査とマクロ試験

現在の鉄骨建物の主流である冷間成型角形鋼管柱とH形鋼梁を通しダイアフラム形式で溶接接合した構造形式において、溶接部に実際に生じうる欠陥の種類、位置、数量を調べると共に、欠陥を見いだす検査技術の精度を確認する目的で実建物の溶接部検査を行った。この構造形式が普及する初期の1980年頃に建設された鉄骨造建物の溶接柱梁接合部(図1)3カ所を対象に、10個の完全溶け込み溶接部の超音波探傷検査(UT検査)を行い、その後、溶接部を切断して20断面33本の溶接線のマクロ試験を行った。

溶接詳細は溶接部の開先やスカラップの加工機器、裏当て金やエンドタブの使用などの点で現在の製作方法と異なり、また多くの溶接線に現在の基準によれば不合格となる欠陥が存在した。UT検査で検出された欠陥は62箇所。その内マクロ試験では33箇所に欠陥が見られた。スラグ巻込み、融合不良、割れ、溶け込み不良、ブローホ

ールなどの欠陥の種類別に、初層、中層、表層、ダイアフラム側、フランジ開先側に分けた発生位置の分布を調べた。またマクロ試験で明らかな欠陥をUT検査で検出できた割合は全体で76%であり、欠陥種類と位置の分類毎に検出率を調べて検出精度がいかに異なるかを明らかにした。

3. 実大鉄骨造骨組の荷重実験

1スパン×2スパンの平面で3層の実大鉄骨骨組を建設し、これに水平力を繰返し荷重した。柱梁溶接部の一部に、梁フランジと通しダイアフラムの完全溶け込み溶接の食違い、梁フランジ溶接ルート部の未溶着人工欠陥を設け、欠陥のない溶接部との破壊挙動の違いを調べた。地震時に想定される最大の層間変形角に相当する1/50では溶接止端部の亀裂の進展に違いが見られたが、破断などの重大な損傷は生じなかった。1/20の層間変形角で食違いの大きな接合部の梁フランジが破断したが、架構全体の水平耐力や履歴挙動に不安定な影響を及ぼすことはなかった。

4. 欠陥のある梁端溶接部の歪挙動

実大骨組の梁端溶接部に設けた欠陥が溶接部周辺の局所的な応力、歪の分布と大きさに及ぼす影響を有限要素解析で調べた。欠陥の存在によって一部に応力や歪の集中が発生するが、実大実験に観察された亀裂の発生位置と比較すると、必ずしも欠陥により応力、歪が集中した位置で生じたと見られる亀裂は少ない。溶接始末端部の溶込み不足などの溶接技量による影響を受けやすい位置での亀裂発生の方が多く観察された。

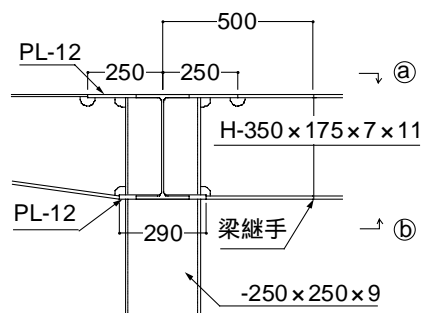


図1 調査対象柱梁接合部