

# 構造研究グループ

## - 1 先端技術による新しい鋼構造建築システムの開発

### Development of High-Technology New Steel Structure Building Systems

(研究期間 平成 11 ~ 13 年度)

構造研究グループ

Dept. of Structural Engineering

材料研究グループ

Dept. of Building Materials and Components

国際地震工学センター

International Institute of Seismology and Earthquake Engineering

向井 昭義

Mukai Akiyoshi

本橋 健司

Motohashi Kenji

田村 昌仁

Tamura Masahito

Synopsis - This research is aimed at developing a high-technology new steel structure construction system by 1) studying new steel, new welding technology, new structure systems, new testing technology, etc., 2) developing technologies for utilizing the above-mentioned technologies for practical use, and 3) establishing and systematizing the methods of evaluating the performance of above-mentioned technologies.

#### 【研究目的】

現在の鋼構造建築システムには、溶接等の工程を技能労働者に頼るなど、なお合理化の必要な部分が残っており、技能労働者の不足に対応し、施工技術の信頼性向上等に資する、より近代的な生産システムの構築が必要である。本研究では、新鋼材、新接合技術、新構造システム、新検査技術等に関する調査及び実用化のための利用技術開発を行うと共に、これらの性能評価法の確立及び体系化を行い、先端技術による新しい鋼構造建築システムの開発を目指す。

#### 【研究内容】

##### (1)新鋼材関連

###### a)ダンパー用鋼材利用技術の開発

筋かい等に使用して大地震時などに大きな塑性変形によってエネルギーを吸収し、柱や梁の損傷を最小限に抑えるいわゆるダンパー用鋼材は、いくつかの鋼構造建築物等に使用実績がある。本課題では、それらの規格化や性能評価、一般的な利用技術としてのダンパー付き骨組の設計法に関する検討を行った。

###### b)脆性破壊に強い鋼材の利用技術の開発

兵庫県南部地震において、鋼構造建築物等にチョークが折れるような破壊をするいわゆる脆性破壊が見られた。本課題では、他分野等で実用化されている脆性破壊に強い鋼材をどのように鋼構造建築物に利用していくかの利用技術の検討を行った。

##### (2)新接合技術関連

###### c)建築構造用溶接材料の開発

日本工業規格(JIS)の溶接材料は、JIS規格においてある溶接条件(入熱量、パス間温度等)のもとで強度、靱性等の性能が規定されている。しかし、建築物に使用される場合には、効率等からその条件外で溶接施工が行われることが多い。本課題では、建築構造用に用いられる場合の条件も考慮し、新しい溶接材料の開発及びその規格化を検討した。また、これに関連して母材の熱影響部の強度、靱性を確保するための条件(特に化学成分等)についても検討した。

###### d)超高力ボルトの性能評価法の開発

F13T、F15Tクラスの高力ボルトでは、その遅れ破壊(締め付け後数年程度で突然破断する破壊)特性の評価が重要である。屋外及び屋内での実環境における暴露試験、水素侵入特性の調査・検討を行った。

##### (3)新検査技術関連

###### e)溶接部の性能評価法の開発

溶接部の内部欠陥等の評価については、既に超音波探傷による方法が実用化されている。また、溶接条件の把握には、溶接施工時に信頼できる記録を残すことも1つの方法であるが、ここでは、溶接部の強度・靱性の推定を溶接後にセミ非破壊で行う検査法について検討を行った。また、梁端溶接端部の欠陥探傷法及び欠陥の影響についても検討を行った。

##### (4)新構造システム関連

###### f)前述の新鋼材を用いた構造システム、

###### g)鋼製地中梁を用いた構造システムの開発

1階柱脚部の構造信頼性向上、施工期間の短縮等のた

めに地中梁を鋼製にする構造システムに関して、基礎の構造方法及び構造計算のモデル化の検討、耐久性に関わる調査・地中暴露試験を行った。

**【研究結果】**

前述の課題の中で、溶接関連の課題の結果を以下に詳しく述べる。

**(1) 建築構造用マグ溶接ワイヤの検討**

マグ溶接における溶接金属の機械的性質は、入熱量、パス間温度、大気のシールド性、積層要領などの施工条件によって変化する。この中で特に、入熱量、パス間温度の影響が大きい。そこで、柱はり接合部の溶接で一般的に用いられる 490N/mm<sup>2</sup> 級 CO<sub>2</sub> 溶接ワイヤ (JIS Z 3312 YGW11) 及びさらに柱はり接合部の溶接に適した CO<sub>2</sub> 溶接ワイヤ (後に YGW18 として JIS 化された) 等を用いて、溶接金属の機械的性質に及ぼす入熱、パス間温度の影響を調査した。また、実際の施工で行われる大入熱・高パス間温度の連続溶接に準じて溶接金属の機械的性質を調査した。本検討結果から、適正な入熱量、パス間温度の範囲が表 1 のように設定された。

表 1 入熱、パス間温度の適用範囲

| 入熱<br>kJ/cm | パス間温度<br>( ) | 鋼材                   |                      |                      |
|-------------|--------------|----------------------|----------------------|----------------------|
|             |              | 400N/mm <sup>2</sup> | 490N/mm <sup>2</sup> | 520N/mm <sup>2</sup> |
| 15-20       | 150          | A+B                  | A+B                  | B                    |
| 15-30       | 250          |                      |                      |                      |
| 15-40       | 350          |                      | B                    |                      |

A : 490N/mm<sup>2</sup> 級ワイヤの適用領域

B : 520N/mm<sup>2</sup> 級ワイヤの適用領域

**(2) 鋼材の溶接熱影響部の靱性の検討**

溶接部の性能に関連する要因の 1 つとして、鋼材の熱影響部の靱性 (HAZ 靱性) があり、この靱性を把握する必要がある。建築構造用鋼材を用いて HAZ 靱性評価を実施し、以下の結果を得た。

a) 建築構造用鋼材の HAZ 靱性評価方法として多層盛り溶接を行った場合には、溶接条件 (入熱量、パス間温度等) による HAZ 靱性の差は不明瞭であった。また板厚方向採取部位については最終パスに比較的近い表面下 1mm でやや低靱性を示すが、全体として過大評価となった。

b) 建築構造用の HAZ 靱性を評価する手法としてワンビード溶接による HAZ 靱性評価法は有効であり、多層盛り溶接に比べてより実態に合った正しい評価を与える。これは、ワンビード溶接による HAZ 靱性評価では、シャルピー試験片のノッチ底が後続溶接パスによる熱影響

を受けない HAZ 粗粒部 (最終パス部に対応) にほぼ一致しているためである。

**(3) セミ非破壊試験法による溶接部性能評価法の検討**

溶接部の表面および端面に継手の強度に影響しない程度の局部的な平滑研磨を施し、その部分の機器分析、硬さ測定、組織観察などを実施し、使用された鋼材、使用された溶接材料、施工された溶接条件、機械的性質等の確認の可能性を検討した。

a) 溶接部の表面を研削し、簡易式の発光分光分析装置を使用して、Si、Mn、Cu 等の主要元素の分析結果は実験室での分析精度と同レベルであった。

b) ポータブル式の簡易硬さ計の測定値は、通常のビッカース硬さ計によるものと非常に良い相関関係が認められた。

c) 溶接部のマイクロ組織をスンプ法とマイクロスコープ法とにより観察した結果、十分にマイクロ組織を観察することが可能であった。

d) パス間温度を変化させて製作した溶接部について、硬さ測定により、明瞭にその違いが検出できた。

e) 溶接部の強度は、最終溶接ビード表面の硬さでほぼ推定することができる。

f) 溶接部の 0 シャルピー吸収エネルギーの推定については、最終溶接ビード表面のマイクロ組織の構成成分率、硬さ、及び化学成分値が必要であり、これらを用いれば推定が可能である。

g) 溶接部が連続溶接で製作されたか、パス間温度を管理して製作されたのかは、マイクロ組織の構成成分率で判別可能である。

**【参考文献】**

- 1) 向井 他 : 「建築構造用マグ溶接ワイヤの検討」鋼構造論文集 第 7 巻第 26 号 (2000 年 6 月)
- 2) 古谷 他 : 「建築用鋼材の HAZ 靱性評価方法の提案と靱性評価結果」鋼構造論文集 第 7 巻第 27 号 (2000 年 9 月)
- 3) 向井 他 : 「鉄骨溶接部品質の管理検査方法の提案 (その 1 : セミ非破壊試験法の溶接部への適用性)」鋼構造論文集 第 7 巻第 27 号 (2000 年 9 月)
- 4) 糟谷 他 : 「鉄骨溶接部品質の管理検査方法の提案 (その 2 : 溶接部の機械的特性の評価)」鋼構造論文集第 7 巻第 27 号 (2000 年 9 月)