

新北九州空港連絡橋ショートカット階段の製作 (パイプトラス構造の螺旋階段の製作について)

永来 義浩* 柳川 葉子**

新北九州空港連絡橋のショートカット階段は、周防灘沖合 3 km に建設されている新北九州空港への唯一のアクセスとなる新北九州空港連絡道路に付随する自歩道橋およびプラザ部分への連絡階段である。

本工事は、パイプトラス構造の螺旋階段で、パイプの交差する部分は溶接継手とされているため、設計上の必要条件を踏まえた上で、製作性を考慮した構造とするための検討を行う必要が生じた。ここでは、パイプトラス構造の螺旋階段の設計および製作について述べる。

キーワード：パイプトラス構造，螺旋階段

まえがき

ショートカット階段を主に構成する材料は、STK490-S-H（一般構造用炭素鋼管の熱間仕上継目無鋼管）で、パイプの断面形状は 114.3 φ × 22 mm, 101.6 φ × 17 mm, 60.5 φ × 14 mm の 3 サイズであった。設計上必要な溶接継手性能を検討した結果、鋭角にパイプが交差する部分では、すみ

肉溶接、鈍角および直角に交差する部分では原則として開先面 2 mm 残しの部分溶け込み溶接、一部断面では板厚分ののど厚を確保する完全溶け込み溶接が必要とされた。管径の割に板厚が厚いため、溶接性を考慮した開先形状を検討し、また螺旋階段であるため、パイプ曲げ後の螺旋形状を確認する方法を検討する必要性が生じた。



図-1 位置図

1. 工事概要

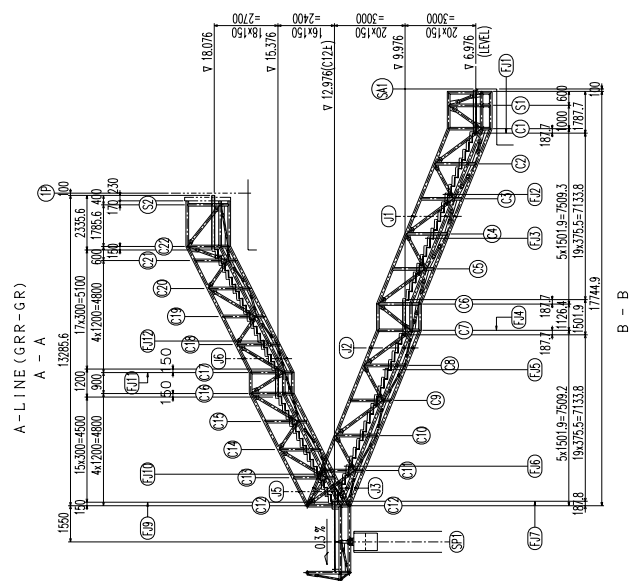
本工事の工事概要を下記に示す。

工事名称	新北九州空港連絡橋上部工 (第九工区) 建設工事
発注者	福岡県新北九州空港連絡道路 建設事務所
路線名	一般県道新北九州空港線
形式	単純鋼管トラス橋 2連
設計荷重	群集荷重
橋長	32.448m
支間長	16.848+14.400m
有効幅員	2.000m
平面線形	R=8.900m, R=∞

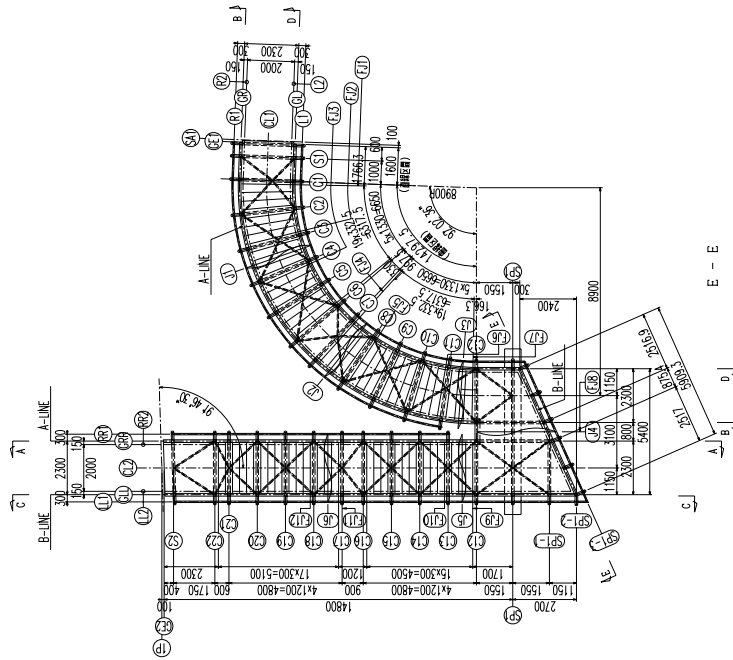
図-1 に本工事の位置図を、図-2 に一般図を示す。

ショートカット階段 一般図

側面図 S=1/100



平面図 S=1/100



断面図 S=1/30

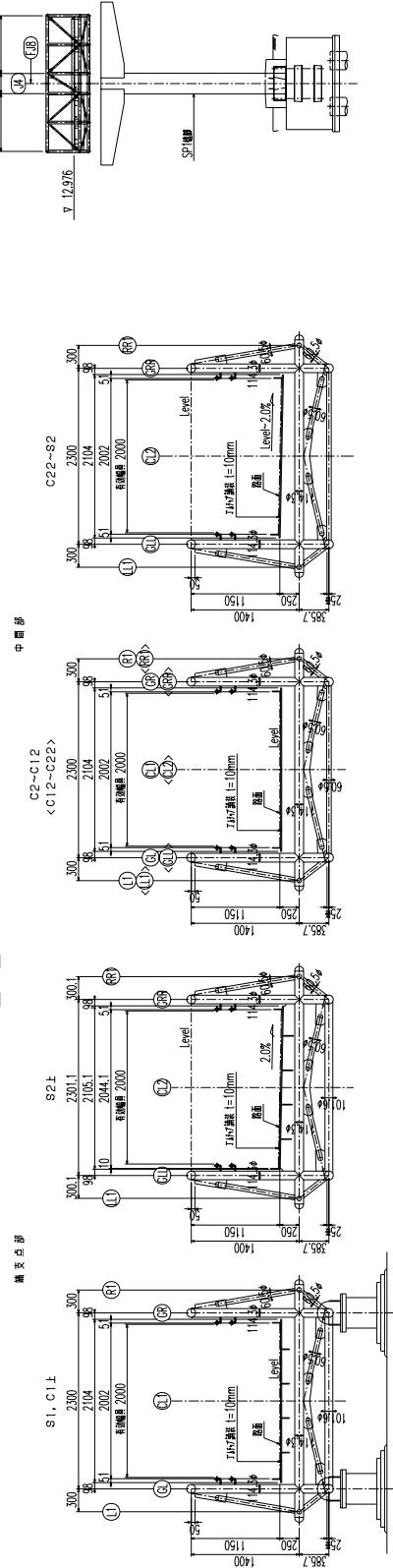


図-2 一般図

2. トラス格点部溶接継手の設計計算

構造解析において、パイプトラスの格点はピンではなく剛結としてモデル化されており、軸力の他に曲げモーメントおよびせん断力についても伝達する仮定となっていた。したがって、図面上の格点部の溶接は、全箇所において完全溶け込み溶接が採用されていた。

しかし、2方向または3方向からパイプが交わる構造では、完全溶け込み溶接のための裏はつりができないため、事実上施工が不可能であることや、パイプの曲線切りに対応した開先加工に自動ガス切断機を使用することができないなどの問題が発生した。

格点部に鋼板を使用した構造を提案したが、景観面での問題から不採用となったため、設計上必要なパイプの溶接継手性能として、部分溶け込み溶接継手の採用が問題ないかどうかについて検討をおこなった。

検討方針

- ① 格点部に作用する実応力度に対して、開先面2mm残しの部分溶け込み溶接継手と仮定して、全格点部の照査をおこなう。

- ② 同径パイプの溶接ということから余盛りの施工が難しいため、有効のど厚は、溶接部の板厚から開先面の2mmおよび溶け込み不良3mmを排除した値とした。また、開先角度は45度とした。

溶接継手部の許容応力度は、部分溶け込み溶接継手ということからせん断応力度 τ_a とした。

前記の①にて溶接部の応力度が許容応力度を超過する場合は、完全溶け込み溶接継手とする。

以上を、設計上必要な溶接継手性能とした。当初提案した鋼板を使用した格点構造を図-3に、設計計算上の開先形状、照査結果および格点部の溶接要領図を図-4に示す。

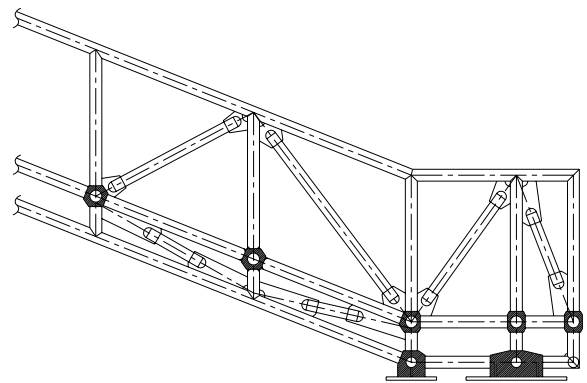
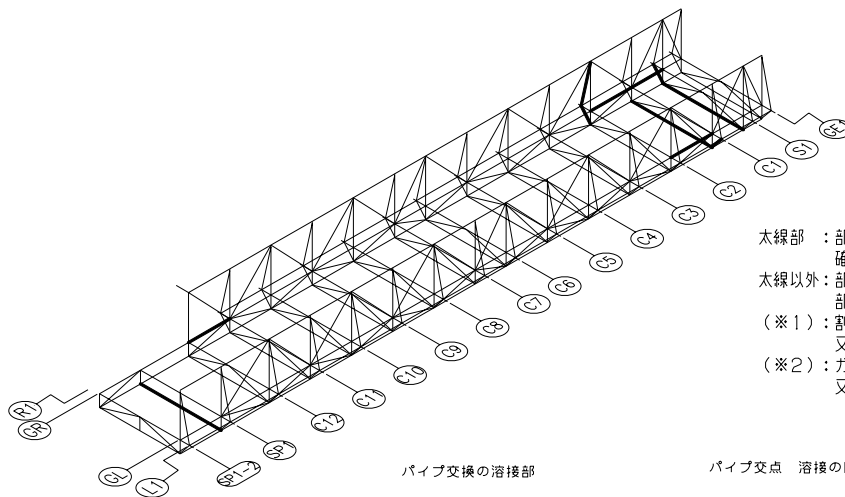


図-3 鋼板を使用した格点構造



太線部 : 部材両端のパイプ交点の溶接において、板厚分のど厚を確保出来る様に脚長を付ける。
 太線以外 : 部材両端のパイプ交点の溶接において、開先2mm残しの部分溶け込み溶接する。
 (※1) : 割り込みガセットの割込長(L=150mm)部材を示す。
 又(※1)以外は全て割込長(L=100mm)部材を示す。
 (※2) : ガセットのF、P溶接部材を示す。
 又(※2)以外は全てP、P溶接部材を示す。

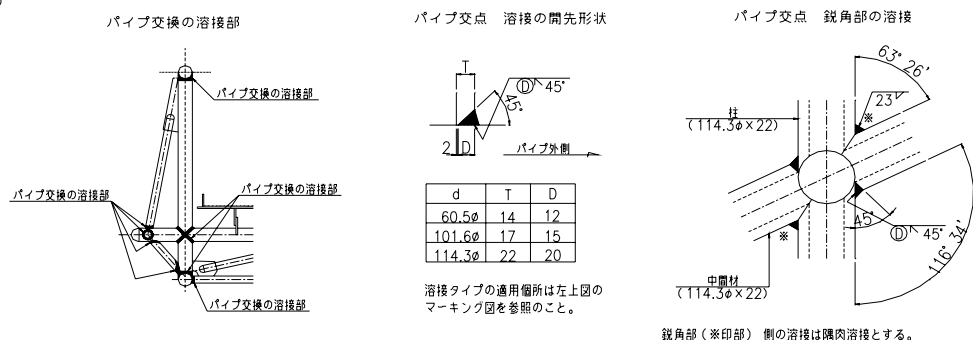


図-4 設計計算上の開先形状および溶接要領図

3. 溶接部の開先形状

前記の溶接継手の設計計算結果を踏まえた上で、溶接施工性の良い開先形状を検討し、**図-5**のように取り付け面に対して45度の開先角度とした。ただし、鋭角側については取り付け面に対して45度の開先角度とした場合、溶接量が非常に多くなり、パイプ取り付け角度の保持が困難となるため、設計上の必要のど厚を確保した上で、すみ肉溶接とした。

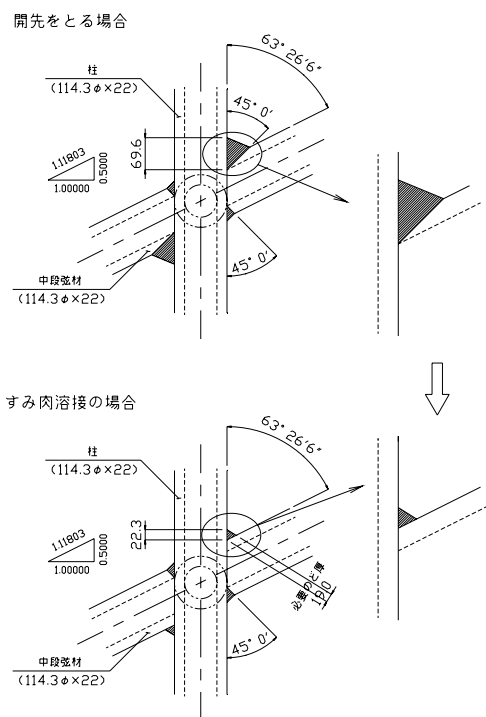


図-5 パイプの開先角度

上記の検討結果をもとに、実際にパイプに開先加工を施し、溶接施工したものが**図-6**である。この継手部の実物大モデルにより、検討結果の妥当性を検証し、前記の開先角度にて加工を進めることとした。



図-6 継手部実物大モデル

パイプの完全溶け込み溶接部分の非破壊検査は超音波探傷試験とし、検出レベルはL/2検出レベル、許容きず長さは板厚の1/3以下を合格とした。

4. 加工

パイプ開先面の切断は異形切断機を使用することを計画したが、径に対して板厚の薄いパイプにのみ対応していたため、本工事で使用されているような、径に対して板厚が厚いパイプには使用不可能であった。そこで、異形切断機の使用が可能となるように、新規のプログラムを作成し、パイプ開先加工の自動化に対応した。

パイプの平面曲げ加工は、板厚が最大で22mmである関係上、曲げ加工時のつかみ代が片側750mm、両側で1500mm必要となった。各パイプのサイズとも、入手可能である材料の定尺長が6800mmであったため、図面表記寸法が5300mmを超える部材については曲げ加工後のパイプを板継溶接して使用した。また、パイプの曲げ加工後の自動開先切断加工が困難となるため、**図-7**のようにパイプの両端に開先加工済みのパイプを板継溶接して使用した。

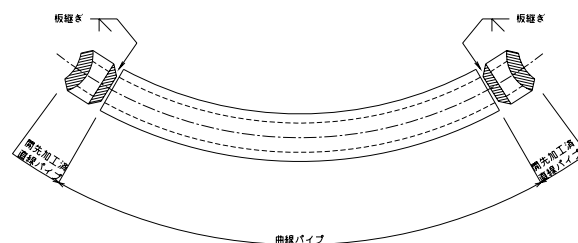


図-7 パイプの工場継手

曲線階段において、床面内プレス交点部のガセット形状は、左右の床面内プレスの勾配が異なることによりねじれた状態になる。ねじれ状態での製作は困難なことから、**図-8**のように、ガセット中央部に1枚プレートを追加して左右のガセットを分断することにより、製作を簡略化した。

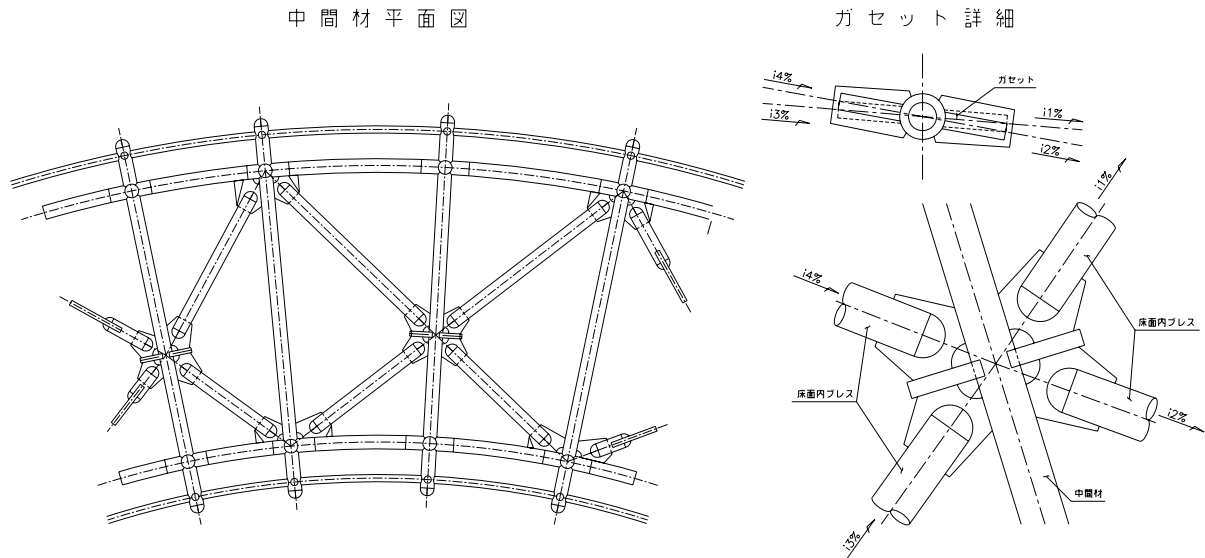


図-8 曲線階段床面内プレス交点部のガセット形状

5. 螺旋形状の確認

螺旋形状は、部材を立体形状にて組み立てることにより確認を行った。

まず、組み立て時に部材を支持する位置の高さを原寸にて求め、図-9のようなパイプを異形切りした支持架台を製作した。その後、常盤に床書原寸を行って支持架台を配置し、組み立てを行った。螺旋形状の可否は、パイプと支持架台のすき間により判定を行った。

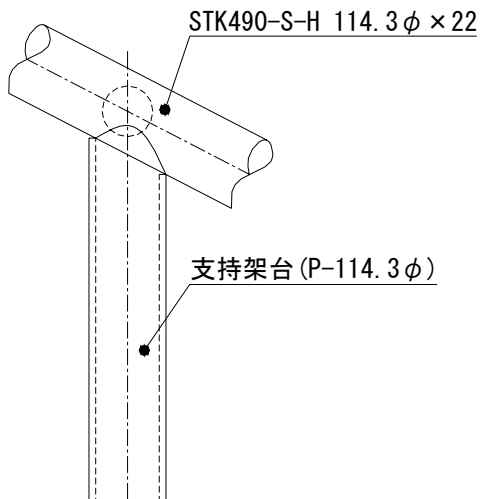


図-9 支持架台図

また、部材を重複して組み立てることにより前後ブロックを一体とした螺旋形状の確認を行い、最終的に全体形として良好な螺旋形状を得ることができた。仮組立状況写真を図-10に示す。



図-10 仮組立状況

あとがき

本文では、パイプトラス構造の螺旋階段の設計および製作について述べた。今後、本報告が何らかの参考になれば幸いである。

最後に、本工事を進めるにあたって、福岡県新北九州空港連絡道路建設事務所の方々をはじめとする多くの関係者の方々のご指導、ご協力に対し、紙面をもって感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 中山晋一・奥田貴敏・亀井 守：新北九州空港連絡橋の概要，駒井技報，Vol.18，pp.102-105，1999.4.