突込接合を適用した合理化アーチ橋の鉛直材接合部の曲げ実験の報告

新日本製鐵（株）　正会員　櫻井　信彰
新日本製鐵（株）　正会員　野呂　直以
新日本製鐵（株）　正会員　寺田　昌弘
新日本製鐵（株）　正会員　○冨永　知徳

1．はじめに

近年，鋼・コンクリートの複合化による様々な橋梁構造が提案，実現されてきている．その中でもコンクリート充填鋼管の橋梁構造への適用は，既に橋脚構造や北陸新幹線での桁橋として実現しているほか，斜張橋の桁としての利用も提案されている[1]．コンクリート充填鋼管は非常に大きな軸耐力を持つため，圧縮部材への適用が有利である．そこで，アーチ橋の主アーチ部材に充填鋼管を用い，さらに，その鋼構造部分の加工を合理化していっそう低コストの構造とするために，鉛直材と主アーチ材の接合を突込接合とすることを考えた．この充填鋼管アーチ構造では，鋼管（以下，主管）の側面に穿孔し，ずれ止めを持つ鉛直材（以下，支管）をその孔に突込み，主管の充填コンクリートにより固定している構造である．Fig.1 に提案構造の全体図，Fig.2 にその接合部の概要図を示す．ここに示すように，この接合部は極めて単純な構造で，材料としては鉄鋼製品である STK 鋼管を用い，加工も鋼管の孔明けとすみ肉による丸鋼ずれ止めの溶接しか要さないため，非常に低コストで，通常は熟練工を要するパイプの格点溶接も必要としない．また，現場では鋼管が型枠を兼ねると共に，接合部での支管と突込まれる孔の円端の間に隙間があることから，精度管理も容易なため，施工も大きく合理化される．

このように本構造の適用によって大幅な低コスト化が可能である．しかし，突込接合は鋼管の直列の接合に関しては既に設計法が確立[2]しているが，このように側面からの突込に関しては，研究資料がほとんど存在しない．そのためこの接合部に関して曲げ実験を行って，その構造特性を確認した．

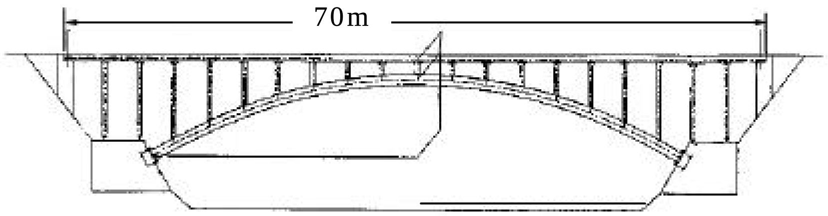

Fig.1　検討構造

2．実験概要

2.1　試設計

Fig.1 に示す支間長 70m の構造について試設計を行った結果，①アーチの中央部の接合部では，支管の曲げは大きく，主管の軸力は小さく，突込角度は深くなる，②アーチの端部では，支管の曲げは小さく，主管の軸力は大きく，突込角度は浅くなる，ということがわかる．Fig.3 に直列接合の場合の耐荷モデルを示す 2)．このモデルによれば，耐荷限界は内側鋼管の支圧により外側鋼管に生じたフープ応力で外側鋼管が降伏する時点となる．

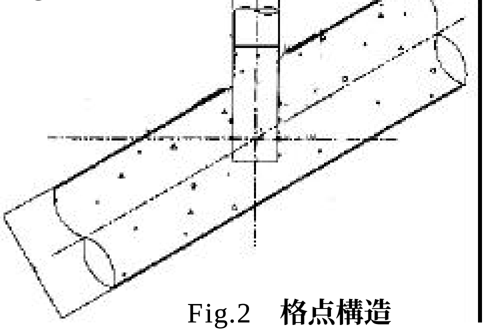

Fig.2　格点構造

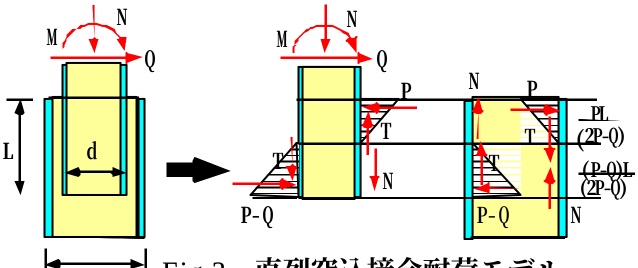

Fig.3　直列突込接合耐荷モデル

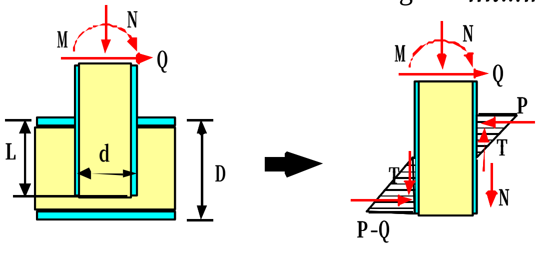

Fig.4　側面突込接合耐荷モデル

キーワード　鋼管，コンクリート充填鋼管，CFT，アーチ，突込，ずれ止め，低コスト

連絡先　〒293-0021　千葉県富津市新富 20-1 新日本製鐵（株）鋼構造研究開発センター　ＴＥＬ0439-80-3124

これを参考に側面突込の場合を Fig.4 に示すが，主管の軸力は基本的に接合部にとって安全側に作用することがわかる．また，突込角度が深くなれば，鋼管に対しては支管の支圧とずれ力の連成で大きな応力が生じると予想される．

2.2　パラメータと試験方法

　実験概要図を Fig.5 に示す．パラメータは，突込角度および突込深さとする．Table.1 に供試体諸元を示す．供試体のスケールは約 1/2 である．載荷は暫増繰り返し載荷とし，鋼材の降伏時の載荷点の変位を 1δy として，2δy,3 δy・・と振幅を増加させながら載荷を行う．各サイクルの繰り返し回数は 1 回である．鋼材は STK400 と SM400，コンクリートは 30N/mm2，Gmax=20mm とした．実際の構造は，鉛直材の充填コンクリートは 1D ほど打ち上げているだけであるが, 今回は支管の座屈を防ぐためにコンクリートの全充填を行った．また，主アーチ部材については内面にグリースを塗布し，充填コンクリートとの付着を切っている．また，支管端面には発泡スチロールを添付している．

Table.1 供試体諸元

	No	S-1	S-2	S-3
	対応箇所	中央部	端部	端部
主管径 D1	mm	558.8	558.8	558.8
主管板厚 t1	mm	9.5	9.5	9.5
R/t1		29.4	29.4	29.4
支管径 D2	mm	216.3	216.3	216.3
支管板厚 t2	mm	8.2	8.2	8.2
R/t2		13.2	18.0	18.0
差込長	mm	250	250	150
差込長/D2		1.16	1.16	0.69
差込角度	deg.	90	60	60
パラメータ	差込長	長	長	短
	角度	なし	あり	あり
	ずれ止め	丸鋼	丸鋼	丸鋼

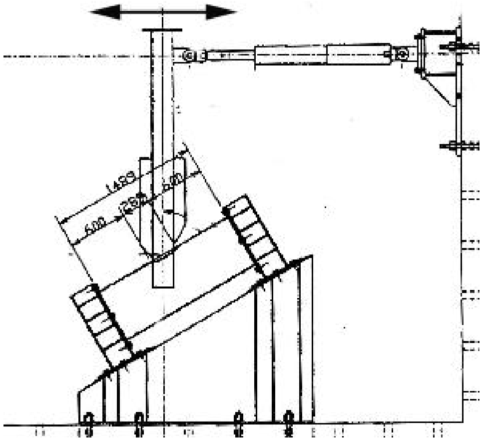

Fig.5　試験状況概要図

3．実験結果

　Fig.6 に載荷点での水平荷重－変位関係の包絡線を、Fig.7 に主鋼管表面から 30mm 上の地点で荷重変位関係を示す。Fig.6 より、接合部の耐力はいずれも支管の全塑性耐力を上回っていることが確認された。実際に、実験は最終的に支管での座屈およびその直後に発生する低サイクル疲労により終了した。

しかし、Fig.7 より、直角に突込んでいる S-1 では、最後までほとんど支管とコンクリートの肌すきが生じていないのに対して、60 度の角度で突っ込まれている S-2 と S-3 では、主管が下がっている方向への曲げの時に鋼管とコンクリートの肌すきが出ていることがわかる。ただし、1D 以上突っ込んだ状態の S-2 は、鉛直材の許容応力程度であれば特に問題の無いレベルにあると言える。

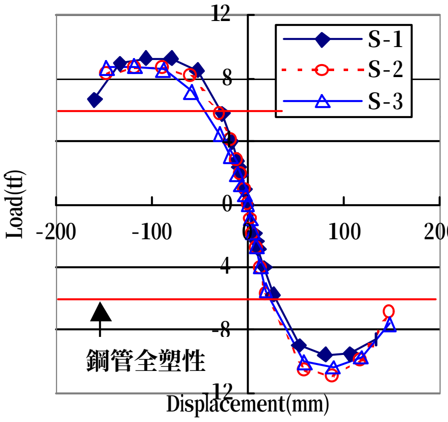

Fig.6　荷重変位包絡線

4．まとめ

(1)充填鋼管の側面から突込を行った接合部構造は，突っ込まれた鉛直材以上の耐力を示す．

(2)直角に突込んだ場合は接合部での肌すきは生じないが，斜め突込みの場合には肌すきが生じる．しかし，約 1.0D 以上の突込長を確保した場合，それは特に問題となるレベルにはない．

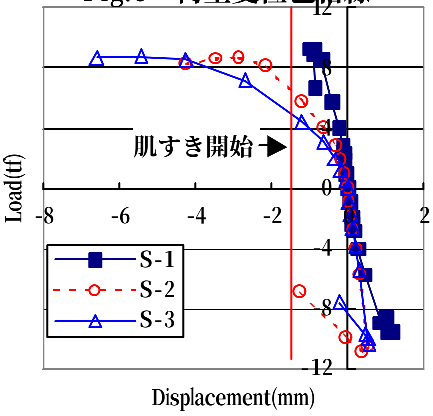

Fig.7　接合部直上変位

参考文献

1) 松岡,日紫喜,吉田,冨永：鋼管を用いた新しい合成複合斜張橋構造の特性検討,土木学会年次学術講演会,1998

2) 野澤,木下：ずれ止めを用いたコンクリート充填鋼管ソケット接合部の耐力評価,土木学会論文集,No.634/V-45,1999.11