

I-37 HT780トラス格点部かど継手の強度

石川島播磨重工業 正員 ○中西 保正・井元 泉
 本州四国連絡橋公団 正員 金崎 智樹・井上 純三
 住友金属工業 大西 一志

1. 緒言

明石海峡大橋トラス補剛桁には大量のHT780鋼が使用される。主構弦材側の溶接継手は部分溶込みかど継手で計画され、主横トラスが接合される格点部は解析上はピン結合である。しかし、実構造では荷重が作用する可能性がある「不溶着、板厚偏心を有する十字継手」となる。そのため、最新のHT780鋼の材料特性を調査するとともに、格点部の構造を模擬した大型引張試験を実施し、破壊挙動、最適継手形状などを明らかにしたので概要を報告する。

2. 供試材料

表1に供試材料(HT780鋼)の化学組成および機械的性質を示す。いわゆる「予熱低減鋼」よりは C_{eq} および P_{CM} が若干高い従来鋼を使用した。かど継手には590MPaクラスの溶接材料を用いた。シーリング溶接はMAG溶接(入熱:0.4kJ/mm)を、本溶接はサブマージアーク溶接(最大入熱:5.0kJ/mm)を行った。

3. 試験方法

3.1 破壊じん性試験:シャルピ衝撃試験(ノッチ位置:溶接金属、Bond)のほか、CTOD試験(BS5762に準拠)を実施した。CTOD試験のノッチは通常のサイドノッチ(位置:溶接金属、Bond)以外に、ルート不溶着部をノッチに見立てたフェースノッチによる評価も行った。

3.2 大型引張試験:図1に大型引張試験体形状を示す。主横トラス(SM490Y)の取付位置をタイプA~Cの3通りに変化させた。引張軸芯はHT780の板厚中心とした。試験温度は、室温(288K)および258K(最低使用温度)とし、クリップゲージにてルート不溶着部側の開口変位量(V_g)を測定した。また、試験体の両面にひずみゲージを貼り、載荷時に生じる曲げを計測した。

4. 試験結果と考察

溶接部のシャルピ衝撃値(3個の平均)は、溶接金属が $vE_{15}=82J$ 、Bondが $vE_{15}=65J$ であり、規格($vE_{15} \geq 47J$)を十分に満足した。CTOD試験結果を図2に示す。サイドノッチによる最低使用温度(258K)における限界COD(δ_c)最低値は、溶接金属は0.13mm、Bondは0.081mmであった。フェースノッチの δ_c 最低値もほぼ同じの0.066mmであり、経験的にこれらの値は十分と判断する。

十字継手引張試験における試験温度と継手強度との関係を図3に示す。さらに、258Kにおける荷重と V_g との関係を図4に、図5にタイプAおよびCのHT780側のひずみ測定結果を示す。タイプAおよび室温における一体を除くタイプBでは、破断に先立って数回き裂が発生し、荷重が増加して破断に至った。き裂はルート不溶着部からボンド部に発生・伝播していた。最初のき裂発生荷重、破断荷重ともにタイプAがもっとも低く、タイプBはタイプCとの中間であった。258Kにおいて最初のき裂が発生する V_g は、タイプA、タイプBとも約0.1mmで同じであった。タイプAおよびBでは温度の影響も認められ、室温より258Kでは継手強度が低下した。室温におけるタイプBの一体およびタイプCのすべてはSM490Y母材で破断した。そのため、タイプCは温度にかかわらず破断強度は同じであり、タイプAおよびBより継手強度は高かった。試験片には曲げが生じ、タイプAはルート不溶着側を開口させる方向であった。タイプCも最初はルート不溶着側が開口するが、き裂発生 V_g に至らないうちに表裏のひずみが逆転し、ルートを閉じる方向に変化した。そのため、ルート不溶着部にはき裂は発生せず、SM490Y母材に破断が生じた。

5. 結言

HT780鋼トラス補剛桁の格点部かど継手は、シャルピ衝撃試験、CTOD試験のいずれも良好な破壊じん性を有していた。しかし、実物構造を模擬した「不溶着・板厚偏心を有する大型十字継手引張試験」によれば継手強度は主構弦材と主横トラスとの相対位置に依存することが判明し、スムーズな応力伝達となる継手形状を選定することにより継手強度を主横トラス(SM490Y)母材強度まで向上させることができた。

表1 供試鋼材 (HT780)

板厚 mm	化學組成(%)											機械的性質			備考	
	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	V	B	Ceq	P _{CM}	YF MPa	TS MPa		σ _{E-40} J
34	.12	.24	.81	.005	.0004	.98	.49	.43	.04	.0009	.50	.26	793	835	264	1/4t, C方向

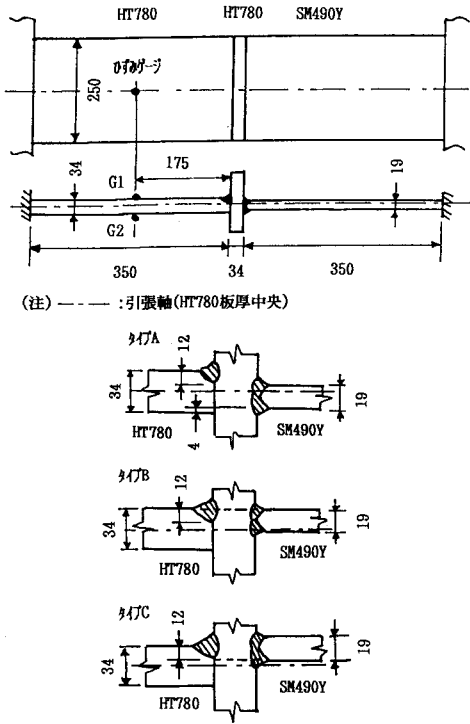


図1 大型十字継手引張試験体形状

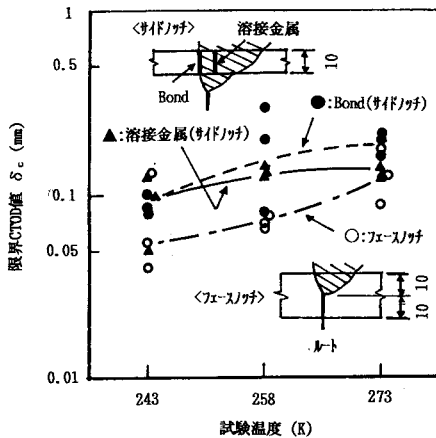


図2 CTOD試験結果 (BS5762)

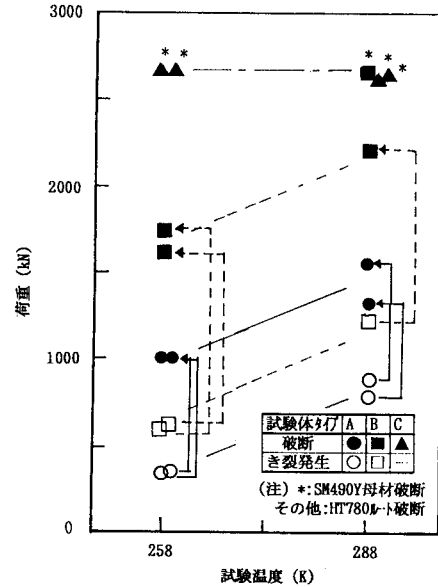


図3 大型十字継手引張試験における試験温度と継手強度との関係

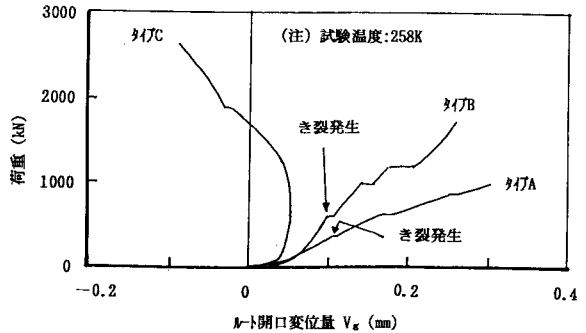


図4 大型十字継手引張試験におけるルート開口変位量 (V_g) と荷重との関係

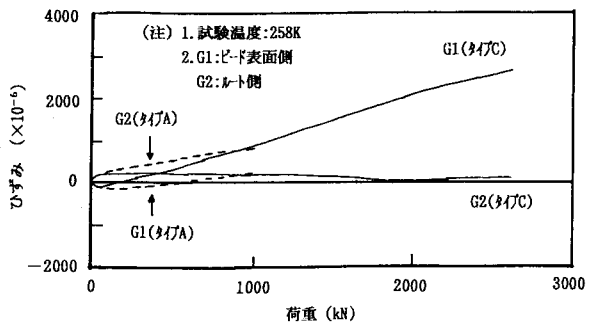


図5 大型十字継手引張試験におけるHT780のひずみ量