

(68) 合成断面を有する斜張橋の計画と設計

住友建設(株)	正会員	○春日 昭夫
同	正会員	笠松 滋
同	正会員	杉村 悟
同	正会員	新井 英雄

1. はじめに

近年開発されてきた新しい形の合成構造は、ウェブを波形鋼板に置き換えたものや、コンクリート床版と鋼トラスを組み合わせたものなどがある。特に、斜張橋に限れば、合成断面を有するものとしては、エッジガーダータイプのAlex-Fraser橋を皮切りに、最近のものではウェブに鋼板と鋼トラスを用いた汲水門(かす仔?)橋にいたっている。

本報告は、シンガポールの工場内に建設される研究棟を結ぶ歩道橋(SBSリンクウェイ橋)を紹介するもので、その橋梁形式は合成断面を有する斜張橋である。この場合の合成断面とは、図-1に示すようにコンクリートの上床版と鋼トラスを組み合わせたもので、文献1)にそのコンセプトが示されており、スペーストラス構造と称している。そもそも合成トラスの場合は、コンクリート床版と鋼トラスの接点が構造上の重要な鍵となる。その点で、通常の桁橋に比べてせん断力の小さな斜張橋は、合成トラスが適した構造であるということが出来る。つまり、せん断が小さい分、接点の構造を簡略化でき、軽量化が図れるとともに経済性と耐風安定性に優れた主桁構造が実現可能となる。

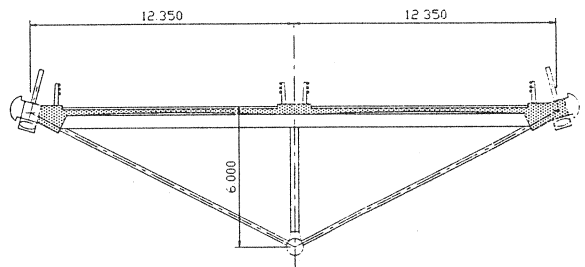


図-1 合成断面の例 (Ebron-Crossing)

以下、合成断面を有する斜張橋の現状を述べ、スペーストラス構造としては初の斜張橋となるSBSリンクウェイ橋の設計概要を示す。

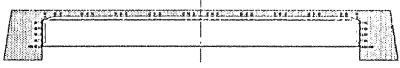
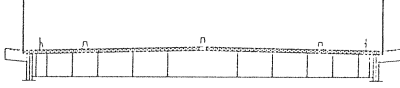
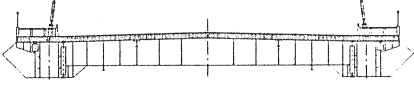
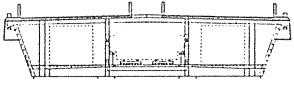
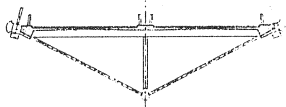
2. 合成断面を有する斜張橋の現状

表-1に合成断面を有する斜張橋の代表的なものを示す。

1985年に完成したEast-Huntington橋は、横桁に鋼材(I形鋼)を使用した合成断面であり、プレキャストセグメント工法によって架設された。そして、北米では長大斜張橋のほとんどがコンクリートになる中で、経済性を追求したエッジガーダータイプと呼ばれる合成斜張橋が出現した。1986年に完成したカナダのAlex-Fraser橋は、中央支間465mであり、その後、このタイプの斜張橋の実績が北米を中心に急速に伸びた。現在、エッジガーダータイプで最大支間を有するものは、中国の上海にある楊浦大橋(中央支間602m)である。国内では、耐風安定性に対する解明が十分でないことなどから、いまだ長大斜張橋としては建設されていないが、コンクリート斜張橋の独壇場であった北米のシェアを塗り替えた意義は大きいと言える。

エッジガーダータイプの耐風安定性に対する問題を解決するのが、スペーストラスタイプの合成斜張橋である。文献1)には、中央支間860mの斜張橋案が提示されており、斜張橋ではないがこのタイプの合成構造としてはRoize橋²⁾がある。Roize橋はスペーストラスの試験施工として位置づけられる。このタイプの斜張橋は現在のところ実績はないが、その経済性や構造的な合理性、そしてセグメント施工に適していることから、次世代の長大斜張橋として期待されるものである。

表-1 合成断面を有する斜張橋

No	橋名 および 断面図	所在地	主径間長 (m)	完成年
1	East-Huntington 橋 	アメリカ	274.3	1985
2	Alex-Fraser 橋 	カナダ	465.0	1986
3	楊浦大橋 	中国	602.0	1993
4	汲水門橋 	香港	430.0	1997 (予定)
5	Ebron-Crossing 橋 (案) 	フランス	860.0	—

3. SBSリンクウェイ橋の概要

SBSリンクウェイ橋は、住友ベークライトシンガポールの工場内に建設される研究棟を連絡する歩道橋である。本橋は、工場の入口付近に位置することから、モニュメント性のある橋梁が望まれた。また、橋の平面線形が、中間支点上で90度に折れ曲がっているためその位置に主塔を建て、それぞれの方向に斜材で吊ったスペーストラス構造の斜張橋を採用した(図-2)。その工事概要を以下に示す。

施工場所：シンガポール 住友ベークライト セノコ工場
 荷重：群集荷重
 構造形式：2径間合成斜張橋
 橋長：63.257m
 支間割：32.56m+29.847m
 幅員：2.7m

設計は、図-3に示す立体骨組みモデルにて行った。床版のコンクリートは $\sigma_{ck}=400\text{kgf/cm}^2$ 、トラス材にはSTK490を使用している。また、橋脚はコンクリート($\sigma_{ck}=350\text{kgf/cm}^2$)、主塔は鋼製(STK400)である。床版内には12S15が二本配置され、斜材にはポリエチレン被覆されたエポキシストランド(IT15.2)を用いている。また、コンクリート床版と鋼トラスの結合部に発生するせん断力に対しては、スタッドを配置した。一般に、鋼管構造の場合、トラスの斜材の耐力より接合部の耐力の方が大きくなるように設計する。

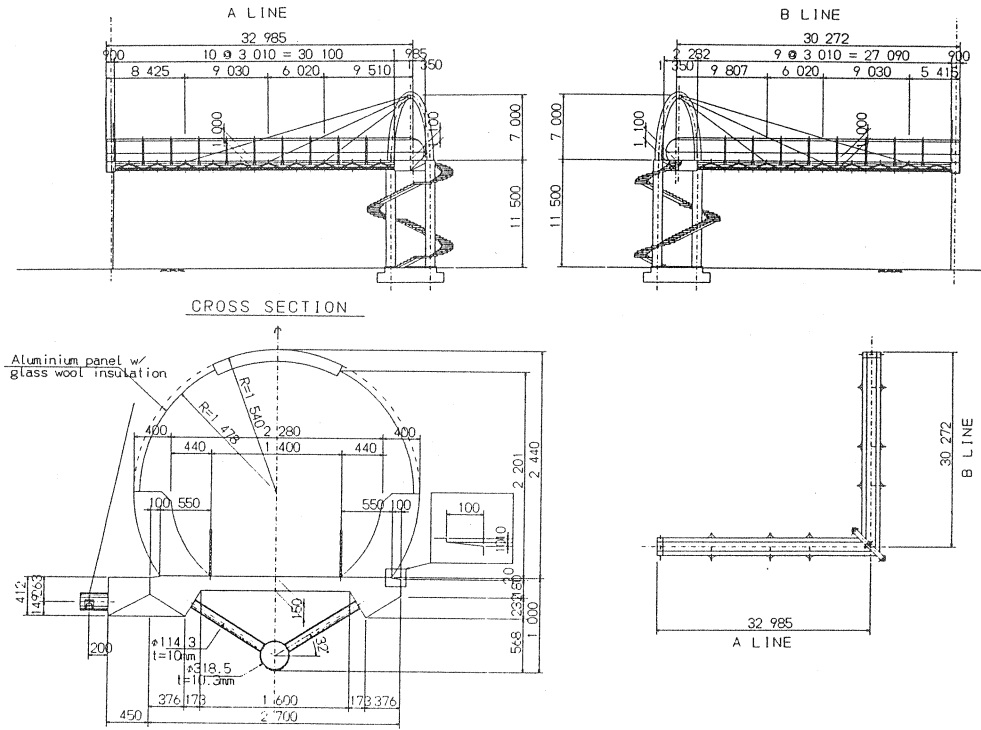


図-2 構造一般図

そして、この接合部の耐力の算定式は、文献3)などに詳しく述べられている。しかしながら、コンクリートと鋼トラスの合成構造に関するこのような合理的な設計法は、現在のところほとんどなく、今後の研究が待たれるところである。

主塔の設計は、図-4に示すモデルを用いてFEMにより行った。斜材定着部は、梁により張力を受け持ち、その力が両サイドに配置したプレートに引張力として伝わる構造となっている。

主桁の施工は、各スパンを3分割したプレキャストセグメントを支保工上にて連結して行う。この時、鋼製の下弦材は現場溶接にて接合し、コンクリート床版は現場打ちの目地部を設ける。また、主塔はφ700で肉厚16mmの鋼管を曲げ加工しなければならないため、国内で製作したものを現地へ搬入した。

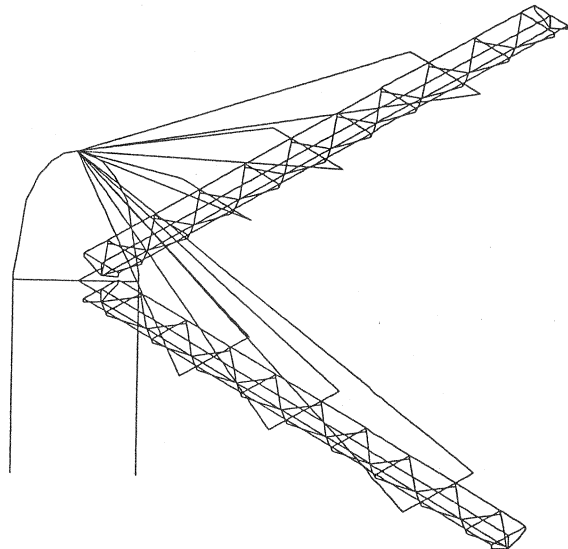


図-3 立体骨組みモデル

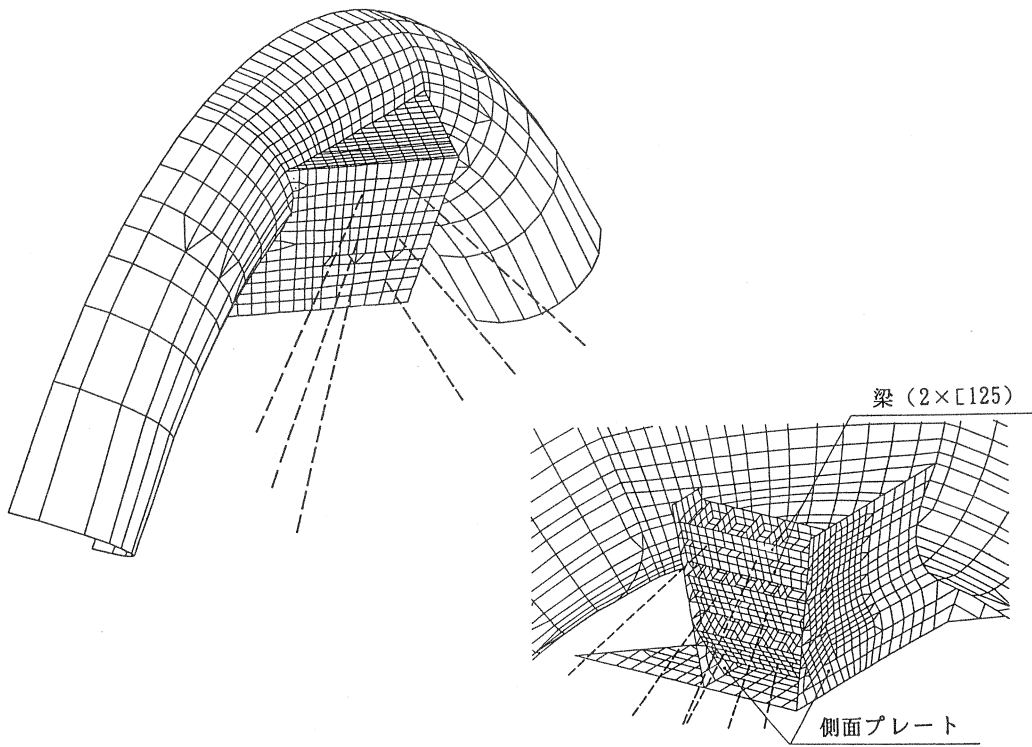


図-4 FEMモデル

4. おわりに

以上、合成断面を有する斜張橋の現状と、初の斜張橋への適用となるSBSリンクウェイ橋の概要について述べた。

長大斜張橋については、試設計を行ったところ、現段階で500~600mの斜張橋でも十分実現可能である。エッジガーダータイプの断面も同様であるが、スペーストラスタイプの合成断面は、中立軸が床版付近にあるため、コンクリートに大きな引張が生じない。従って、内ケーブルの量も少なくなる。一方、施工は、断面を7~10mのセグメントに分割し、コンクリート床版は場所打ち目地部を設け、鋼製の下弦材は現場にて接合する方法が考えられる。また、広幅員に対しては、床版部にプレキャスト床版を使用することによりセグメント重量の低減が可能である。

今後、この形式の斜張橋が実施されていくなかで、設計面や施工面など技術的に解明されなければならない点がいくつかあるが、筆者らは、現在のところ合理的な接合部の構造と設計法を確立すべく、模型実験を含めた研究を行っているところである。それらの報告は別の機会に行うとして、本報告が、スペーストラスタイプの斜張橋の建設にあたって一助となれば幸いである。

【参考文献】

- 1) J. Muller, "Les ouvrages d'art autoroutiers", Travaux, pp88~94, 1990 12
- 2) S. Montens, "Le Pont Experimental sur la Roize", Travaux, pp28~45, 1992 7
- 3) "Constructional Steel Design", Elsevier Applied Science, 1992