

## プレストレスト木橋の施工例「洞合橋」

### Prestressed Wooden Bridge "DOUAI BASI"

○本間邦夫  
HONMA Kunio

秋田県平鹿地域振興局建設部 (〒013-8502 横手市旭川1丁目)

**ABSTRACT** "DOUAI BASI" superstructure consist of glued laminated main beam blocks, steel lateral long beams and prestressing wires. The main beam blocks are sandwiching the lateral long beams, and not only the main beam blocks are jointed but also the lateral long beams are braced by prestressing wires.

**Keywords** : 集成材、PC鋼材、通し横桁、プレストレスト接合、サンドイッチ工法  
*glued laminated timber, prestressing wire, lateral long beam joints by prestressing, braces by sandwiching*

#### 1. はじめに

現在の一般橋梁では、鋼橋やコンクリート橋が主流で、木橋は少ない状況ですが、これには、これまでの木橋が木材単体の構成で、耐荷力にも木材単体の限界があったことにも起因しています。そこで、筆者は、木材と鋼材の複合構成にプレストレスト技術を応用した、新たな橋梁形式を、「プレストレスト木橋」として提案するとともに、その施工例として「洞合橋」を紹介します。

#### 2. 工事概要

洞合橋は、平成13年度に自然公園施設として鳥海国定公園法体園地に架設された歩道橋です。橋長15m(図-1)。

工事名 : 自然公園施設整備工事  
工事場 : 秋田県由利郡鳥海町百宅  
構造形 : プレストレスト木橋  
橋長 : 16.4m (支間長:15.0m)  
幅員 : 2.00m (有効幅員:1.50m)  
活荷重 : 9 kN/m<sup>2</sup> (雪:計270kN)  
死荷重 : 55 kN

##### 主要資材使用量

- ・主桁集成材 : 6.4 m<sup>3</sup>
- ・横桁鋼材 : 1.77 t
- ・PC鋼材 : 546 kg

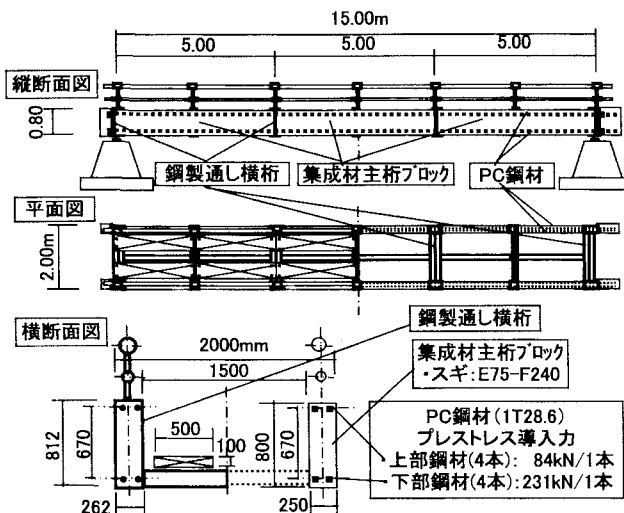


図-1 「洞合橋」の構造一般

#### 3. プレストレスト木橋構造形式の概要

本橋に提案したプレストレスト木橋とは、近年実施されているプレストレストによる主桁接合(N・S・P)工法(参考文献1)に対して、

- ① プレストレスト鋼材を集成材主桁の上・下部に配置し、活荷重に対する耐荷性・剛性を高めたこと。
- ② サンドイッチ状に配置された、集成材主桁ブロックと鋼製通し横桁を、プレストレスト鋼材で一体構成することで、主桁・横桁工の施工合理性を高めたこと(サンドイッチ工法)。
- ③ プレストレスト鋼材を曲げ応力の主応力線状に、通し横桁を介して偏向させることで、耐荷性・剛性を高めることができること。という特徴を有する構造形式です(図-2)。

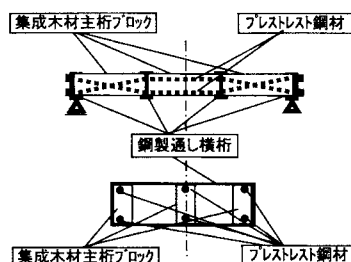


図-2 プレストレスト木橋の概念

## 4. 設計概要

### 4.1 強度試験

洞合橋は、プレストレスト木橋形式であることから、その構造特性を把握するため、プレストレスト木桁の強度試験を実施した。

供試体は、支間2.7mの通しの集成材桁で、上・下部に直線状にPC鋼棒を配置するものとした(図-3)。

試験結果は、集成材及びPC鋼棒のプレストレスト及び荷重による合成応力が、上・下部で相互に連動していること、また、その連動が直線状に変動していることを示しており、これらのことから、当橋梁形式におけるプレストレストの有効性を確認することができた(図-4)。

また、集成材を全断面圧縮応力状態とすることが可能となり、集成材主桁ブロックのプレストレスト接合の適用範囲を特定することができた。

なお、もつめた実験式における、PC鋼材の見かけの弾性係数は、実係数の30%の値となった。

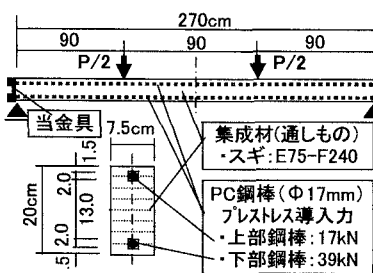


図-3 強度試験の供試体

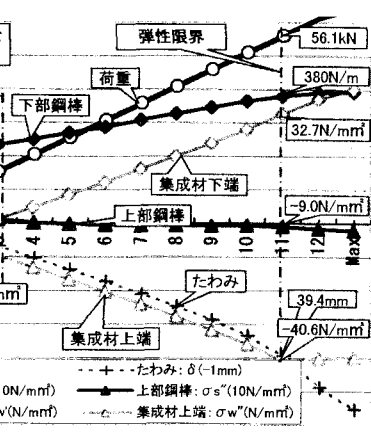


図-4 荷重-応力(桁中央断面)

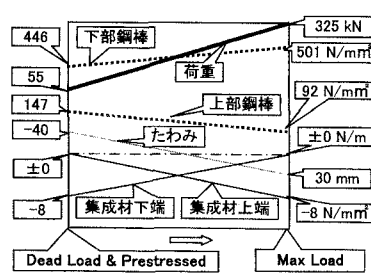


図-5 洞合橋の設計応力(桁中央断面)

### 4.2 設計要領

洞合橋は、集成材主桁ブロックをプレストレスト接合する形式であり、プレストレスト接合適用範囲で強度試験からもつめた実験式を適用し、設計の応力度を算定した(図-5)。

プレストレスト導入力は、死荷重作用(55kN)との合成応力度が集成材下端で許容曲げ圧縮応力度(-8N/mm²)・集成材上端で±0となるように、かつ、死荷重・活荷重合計の荷重(325kN)との合成応力度が集成材下端で±0・集成材上端で許容曲げ圧縮応力度(-8N/mm²)となるように決定した。

なお、一般の集成材通し主桁においては、同寸法断面・許容曲げ応力度(±8N/mm²)で最大荷重が250kNと算定され、洞合橋の設計最大荷重(325kN)は、この30%増しとなっている。

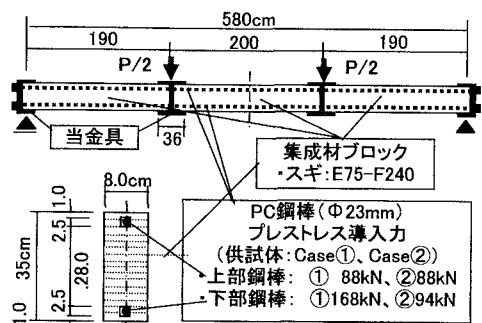


図-6 ブロック接合桁の耐荷力確認実験の供試体

## 5. 確認実験の概要

洞合橋は、集成材主桁ブロックをプレストレスト接合する形式であることから、その安全性・使用性を確認するため、耐荷力実験を実施した。

供試体は支間5.8mで、プレストレスト接合のもの2個(図-6)、及び、一般通し桁のもの1個とした。

試験結果より、プレストレスト接合桁は、通し桁に比べ靱性に優れており、終局荷重作用時の安全性が極めて高いことが確認された(図-7)。

通し桁は最大荷重点で破裂するものであったが、プレストレスト接合桁は、この実験では最終的破壊には至らず、材端部に圧滅が認められる程度であった。

また、たわみが支間の1/200のところ耐荷力を比較すると、プレストレスト接合桁は、通し桁の約30%増しとなっており、同じ設計荷重での走行安定性も優れているものと認められた。

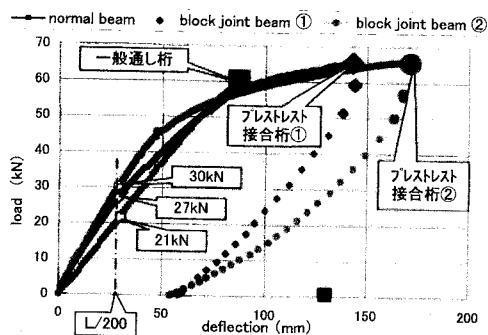


図-7 耐荷力

## 6. 施工概要

洞合橋は、長年の冬の堆雪荷重で破損した旧橋を撤去し、平成13年度に新たに架設したものです(写真-1)。

当現場は、溪谷沿いの遊歩道約1kmが運搬路となること、また、架設がケーブルクレーン工法となることなど、厳しい施工条件のものでした。

洞合橋にプレストレスト木橋形式を採用したことで、主要資材が軽量化され小型車での運搬ができたこと、及び、現場での作業が単純化されケーブル支保の状態で架設・緊張工が可能であったことなどにより、短期間の工期で完成することができました。

以下に、(1)集成材主桁ブロックの製作、(2)鋼製通し横桁の製作、(3)架設工、(4)プレストレスト鋼材挿入工、(5)プレストレスト鋼材緊張工、(6)定着部カバー工、(7)高欄・床板工についてその概要を記す。

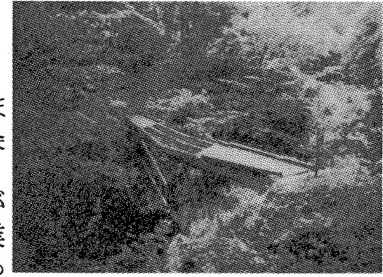


写真-1 旧橋の破損状況

### 6-1 集成材主桁ブロックの製作

集成材は、秋田産の杉材を使用し、JASのE75-240に該当する材料です。

高さ80cm、幅25cm、長さ5.0mのブロックを6個製作しています。

プレストレスト鋼材の挿入孔は、集成前のラミナにその形状を施し確保しています。図-8、写真-2。

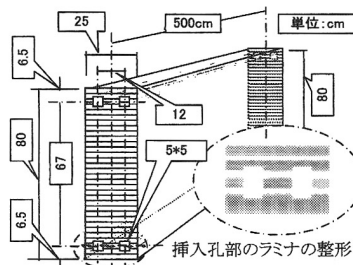


図-8 集成材主桁ブロック制作

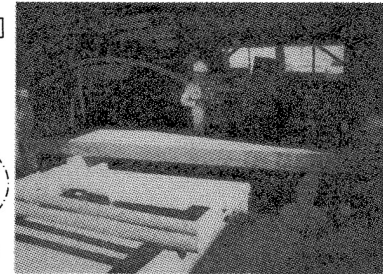


写真-2 集成材主桁ブロック制作

### 6-2 鋼製通し横桁の製作

通し横桁は、集成材ブロックを受ける箱状の金具と、この対の金具を剛結する箱形鋼管から構成されています。図-9、写真-3。

プレストレスト鋼材の定着部となる主桁端部小口面には、厚さ45mmの鋼板を当て金具として使用しています。

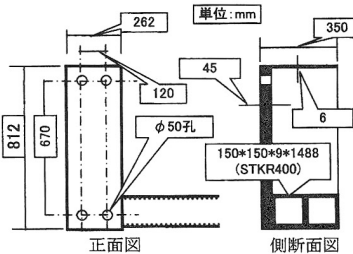


図-9 鋼製通し横桁製作

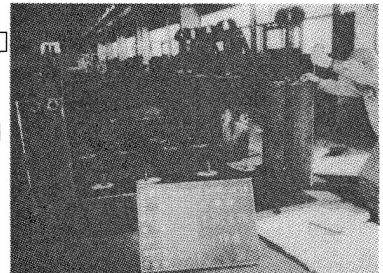


写真-3 鋼製通し横桁製作

### 6-3 架設工

当現場用に製作した支柱を用い、簡易なケーブルクレーン設備で架設できました。写真-4。

対の集成材主桁ブロックと鋼製通し横桁を1セットとし、3セットを順次に送り出し、ケーブル支保の状態で組立・架設することができました。写真-5。



写真-4 架設工①



写真-5 架設工②

### 6-4 プレストレスト鋼材挿入工

プレストレスト鋼材にはPC鋼より線のアフターボンド加工したものを用いました。写真-6。

集成材主桁ブロックに施した挿入孔が直線状であったこともありプレストレスト鋼材の挿入は簡単に行うことができました。写真-7。

尚、PC鋼材の寸法は、4. 2の設計要領より、1T28.6とした。

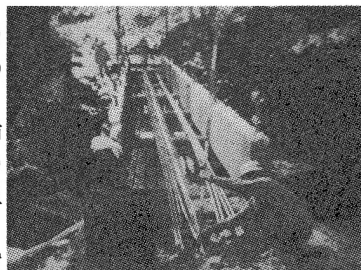


写真-6 プレストレスト鋼材挿入工①

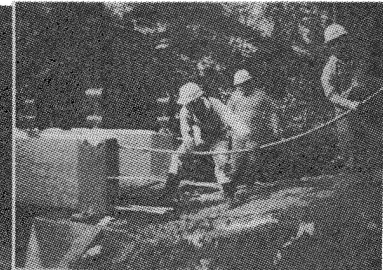


写真-7 プレストレスト鋼材挿入工②

### 6-5 プレストレスト鋼材緊張工

4. 2の設計要領より、PC鋼材へのプレストレスト導入力を、上部鋼材の4本に一本当たり84kN、下部鋼材の4本に一本当たり231kNとした。写真-8、写真-9。

プレストレスト導入は二段階とし、1本当たり2回の緊張を、それぞれ対の箇所の順番でおこなった。

又、経年後の、再緊張もしくは解体のために、定着部に防錆剤を含んだカバーを設置した。写真-10。

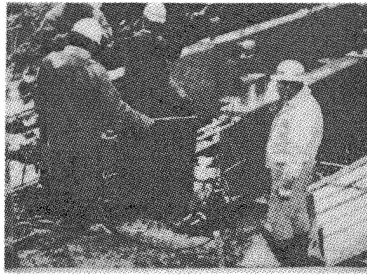


写真-8 プレストレスト鋼材緊張工①

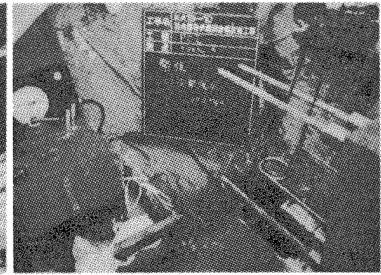


写真-9 プレストレスト鋼材緊張工

### 6-6 高欄・床板工

高欄には丸太を使用した。

高欄の受けは、鋼製通し横桁と一体に工場製作した。

床板には、青森産ヒバの集成材を使用した。写真-11。

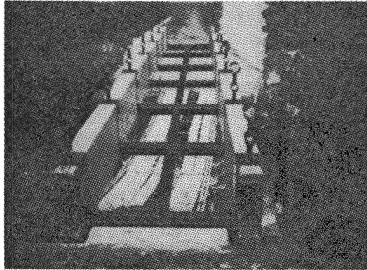


写真-10 定着部カバー工

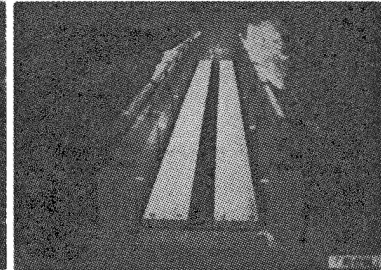


写真-11 高欄・床板工

### 6-7 堆雪・除雪状況

鳥海国定公園内の当地区は、日本海地方有数の豪雪地帯です。

写真-12。

洞合橋は、利用休止する冬期に床板を立て掛けて収納し、床板上の堆雪が低減されています。

橋上の雪は周りの半分となっています。写真-13。

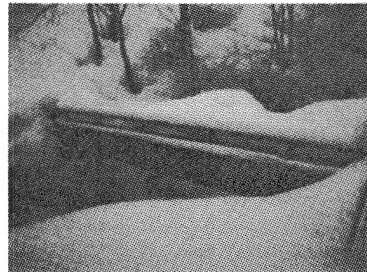


写真-12 雪荷重状況

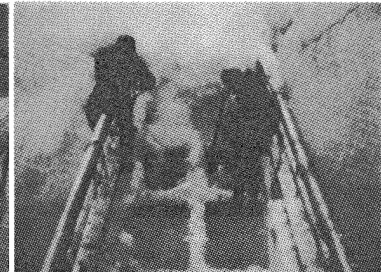


写真-13 除雪状況

### 7. おわりに

ユーロコードは、橋軸方向にプレストレスト導入された木部材には適用しない旨特記していますが、この「洞合橋」の施工で得られた結果は、橋軸方向にプレストレストを導入することの効果の大きさでした。それは、

- ・集成材とPC鋼材との複合化が容易となり、複合化による桁としての強度、剛性、靱性が向上したこと。
- ・主桁と横桁をサンドイッチ状に構成することが可能となり、おおはばな施工の合理化がなったこと。

などでした。

もとより木材は、軽くて強い材料として構造力学的には橋桁に適し、また、鋼・コンクリート床版下の木主桁は、床版を屋根として、古来の神社・仏閣の梁のごとき耐久性も期待できるものです。木橋で「橋梁ルネサンス」を願わずにはいられません。

最後に、載荷試験に当たり秋田県立大学木材高度加工研究所の協力を得たことを記して謝意を表します。

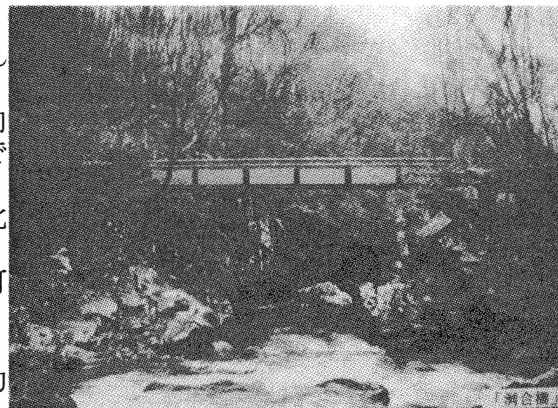


写真-14 「洞合橋」全景

### 参考文献

- 1) 深山清六・渡辺浩・久保田努・三井康司:プレストレスト導入による集成材の新接合方法に関する研究、土木学会論文集、No.616/IV-42、pp.91-102、1999.3.
- 2) 萩尾浩也・木村耕三・橋本康則・山中昌之・古谷章:LVLによる木質系大スパン構造の開発、日本建築学会学術講演集(四国)、pp91-94、1999.9.
- 3) 本間邦夫:自然とふれあう新しい木橋「プレストレスト木橋」、秋田県建設技術部技術研究発表論文集、pp.39-42、2001.3.