

V-51

外ケーブルを用いたPC箱桁橋の設計・施工（秋田自動車道 岩滑沢橋）

日本道路公団 仙台建設局 構造技術課 課長代理 ○正会員 渡辺 将之
日本道路公団 仙台建設局 構造技術課 正会員 栗崎 清志

1. まえがき

岩滑沢橋は、秋田自動車道の北上西IC～湯田IC間に位置するPC6径間連続箱桁橋（橋長302m、支間60.50m）である。本橋は、押出し施工時に外ケーブルを使用し、併せて完成時の荷重（橋面荷重、活荷重等）にも抵抗するという新しい考え方で設計・施工された橋梁である。外ケーブルの構造を図1に示す。外ケーブルの利点としては、①部材厚さ減少による主桁自重軽減、②ケーブルの摩擦による応力損失の軽減、③施工の省力化と工期短縮、④ケーブルの取替え、再緊張等の維持管理作業の改善、などがある。

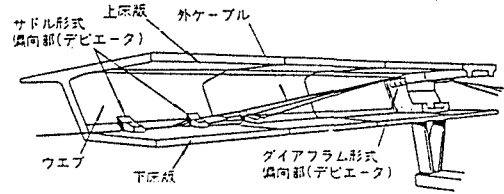


図1 外ケーブル構造の概念

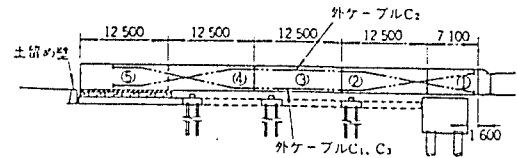


図2 押出し時の外ケーブル配置

2. 設 計

2. 1 内外ケーブル比率

本橋はA1側背面の製作ヤードにて主桁を製作、逐次A2側に向かって押出し施工する橋梁である。押出し施工時は外ケーブル（C1、C2）を図2のようにたすき掛け配置し、完成時はC2ケーブルを撤去した後、外ケーブル（C3）を配置した。内外ケーブルの比率は、外ケーブルの本数を変化させながら最も経済的になるように決定している。その結果を表1に示す。外ケーブル（C1、C2、C3）は各4本配置され、上下床版のPC鋼棒は大幅に削減された。また、これによりウェブ厚は430mmから350mmに縮小され、コンクリート量は9%程度削減できた。

2. 2 有効プレストレスの算定

表1 外ケーブルと内鋼棒の比較

押出し時外ケーブル本数(C1、C2)	完成時外ケーブル本数(C1、C3)	外ケーブル重量(t)①	内鋼棒重量(t)②	PC鋼材の重量③=①+②	PC鋼材の概算工事費(百万円)
C1=C2=0	C1=0、C3=4	3.2	2.34	2.66(1.20)	2.86(1.13)
C1=C2=2	C1=C3=2	3.2	2.10	2.42(1.09)	3.00(1.19)
C1=C2=4	C1=C3=4	6.4	1.58	2.22(1.00)	2.52(1.00)
C1=C2=6	C1=C3=6	9.6	1.36	2.32(1.04)	2.64(1.05)

外ケーブルの有効プレストレスを理論的に算定するには、コンクリート部材の変形に伴う外ケーブル図心位置におけるひずみ変化を外ケーブル全長に渡って求め、この平均ひずみから外ケーブルの応力減少分を算定することになる。本橋では、主桁要素は曲げ剛性と軸剛性を有し、

外ケーブル要素は軸剛性のみを持つ棒部材という構造

モデル（部材評価法）を用いて算出した。この2つの

要素は、支点横桁と偏向部を介して主桁の変形に対する形状保持と外ケーブルの鉛直分力の伝達が行われる外ケーブルと支点横桁・偏向部はピン固定を考えた。

有効プレストレスを算出した結果を表2に示す。また従来の道路橋示方書の算定式と猪股博士の提案（近似式）により算出された各々の有効係数を表3に示すが

表2の結果と大差がなかった。

表2 外ケーブルの有効係数

	C1ケーブル			C3ケーブル		
	S417	S414	S411	S617	S614	S611
① 自重	16.0	5.8	7.4			
② 橋面荷重	3.7	1.4	1.8	3.7	1.4	1.8
③ プレストレス(鋼棒)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
④ 外ケーブル	752.0	758.0	745.0	758.0	692.0	738.0
⑤ 弾性短縮	-9.3	-6.8	-7.3	0.0	0.0	0.0
⑥ クリープ・乾燥収縮	-31.0	-45.4	-44.8	-29.3	-41.4	-41.2
⑦ レラクセーション	-37.5	-37.9	-37.3	-37.9	-34.6	-36.9
⑧ 小計(⑤+⑥+⑦)	-77.9	-90.1	-89.4	-67.2	-76.2	-78.1
有効係数(1-⑧/④)	0.896	0.881	0.880	0.911	0.890	0.894

2. 3 偏向部の設計

偏向部とは、外ケーブルを支間の途中で曲げて配置する場合にケーブルの形状を保持し、ケーブルの張力を主桁へ確実に伝達させる重要な構造部材である。本橋に用いた偏向部の断面を図3に示す。偏向部の断面は、ガイドライン(案)「以下(案)」で提案されている簡易計算手法と立体FEM解析との比較検討で決定している。その結果を表4に示す。なお立体FEM解析の結果をもとに偏向部とその周辺は補強鉄筋を配置した。

2. 4 曲げに対する終局荷重作用時の検討

本橋では、(案)と同様に外ケーブルを引張抵抗材と考え、平面保持を仮定した手順で部材断面の破壊抵抗曲げモーメントを求める手法を採用した。この手法は、検討対象断面における外ケーブルの位置は相対的に変化しないものとみなし、さらに外ケーブル緊張材を降伏した鉄筋同様に取扱って部材断面の破壊抵抗曲げモーメントを算出するものである。

3. 施 工

本橋は、前述の外ケーブルを用いた押し出し工法他に橋体の一括横取り工法を実施している。これは図4に示すように下り線に押し出し施工した「上り線橋体」を正規の上り線の位置に横移動させるものである。本橋は3mを超す豪雪地帯に位置することから製作ヤードを集約することにより上屋設備等の費用が削減できるとともに工期の短縮が可能となった。

4. おわりに

外ケーブルを用いた本橋の設計・施工に関し概要を述べた。要約すると以下のようになる。

- (1)ウェブ厚さの減少により9%程度軽量化が図られた。
- (2)外ケーブルの有効プレストレスは高い値を維持することができ、200m程度の長い定着が可能である。
- (3)押し出し時に外ケーブルを使用することで上下床版に配置されたP C鋼棒を35%程度節減でき、床版鉄筋の組立ての省力化が可能となった。

最後に本橋の設計・施工の内容について貴重なご指導とご助言をいただいた東北大学の三浦尚教授を委員長とする「外ケーブルを用いたP C橋梁に関する技術検討」委員会の諸先生方および関係各位の皆様に厚くお礼申し上げます。

【参考文献】

- 1) 特集「外ケーブル」、プレストレスコンクリート、Vol.32 No5(1990.9)
- 2) 日本道路協会：道路橋示方書・同解説Ⅲコンクリート橋編(1994)
- 3) 猪股：P C構造物最近の設計例と未来像「P C橋にケーブルを用いた設計例」、P C技術協会(1984.9)

表3 有効係数の比較

	道路橋示方書	猪股博士の提案式
径間中央	0.890	0.889
中間支点	0.888	0.888

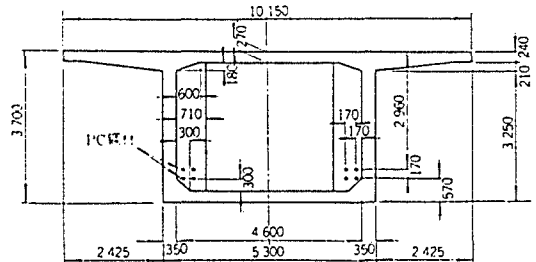


図3 偏向部の断面

表4 偏向部断面力の比較(単位 tf)

引張り力	FEM解析	ガイドライン
T_1	85.3 (59.4)	172.2 (119.8)
T_2	14.9 (10.4)	22.8 (15.9)
T_3	32.4 (22.5)	66.4 (46.2)
T_4	6.3 (4.4)	-6.4 (-4.5)
T_5	-15.4 (-10.7)	-60.0 (-41.8)

注) ()内は設計荷重作用時の値を示す。

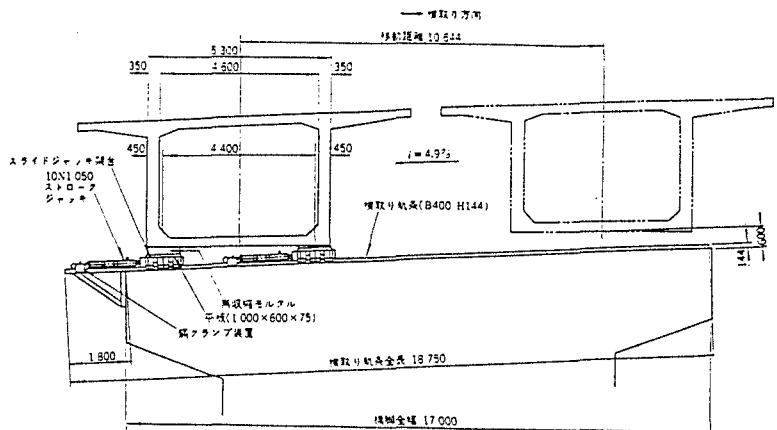


図4 横取り施工