

## 中尾橋 (二期線) の計画・設計

(株)日本構造橋梁研究所 正会員 ○寺田 幸平  
 西日本高速道路 (株) 河野 俊助  
 (株)日本構造橋梁研究所 正会員 塩田 良一

### 1. はじめに

中尾橋は、長崎自動車道・長崎芒塚IC～長崎多良見IC間に位置する中尾ダムを渡る橋長185.5mのPRC3径間連続ラーメン箱桁橋(張出し架設工法)である。一期線施工時の平成7年に設計が完了し、ダム湖内の2橋脚が水面部まで施工されている。本設計は、四車線化事業に伴う二期線橋梁の設計であり、当初設計よりも上部工重量の軽減を行い、現行基準<sup>1)</sup>を適用しても施工済み橋脚の補強が不要となるよう配慮した。また、側径間は支保工施工区間が長く、支柱式支保工による架設計画を立案した。施工済み橋脚の水面突出部については、健全度調査を行って橋脚の設計に反映させた。本稿では、これら本橋特有の設計について報告するものである。

### 2. 橋梁諸元および使用材料

本橋の橋梁諸元および使用材料を表-1、全体一般図を図-1に示す。

表-1 橋梁諸元および使用材料

道路規格		第1種第3級A規格	
橋長		185.5m	
支間		52.400m+78.000m+52.900m	
形式	上部工	PRC3径間連続ラーメン箱桁橋	
	下部工	躯体	逆T式橋台 (A1, A2), 壁式橋脚 (P1, P2)
		基礎	場所打ち杭 (A1), 直接基礎 (P1, P2, A2)
有効幅員		9.750m	
斜角		90°	
平面線形		A=650m	
縦断勾配		i=2.500%~3.000%	
横断勾配		i=2.296%~3.000%	
地盤種別		I種地盤	
架設工法		張出し架設工法	
使用材料	上部工	コンクリート	$\sigma_{ck}=40\text{N/mm}^2$
		PC鋼材	縦締め: SWPR7BL 19S15.2 (閉合外ケーブル)
			SWPR7BL 12S12.7 (架設内ケーブル)
	鉄筋	横締め: SWPR19L 12S21.8 (プレグラウト)	
	下部工	コンクリート	$\sigma_{ck}=30\text{N/mm}^2$ (既設部 $\sigma_{ck}=24\text{N/mm}^2$ )
鉄筋		SD345	

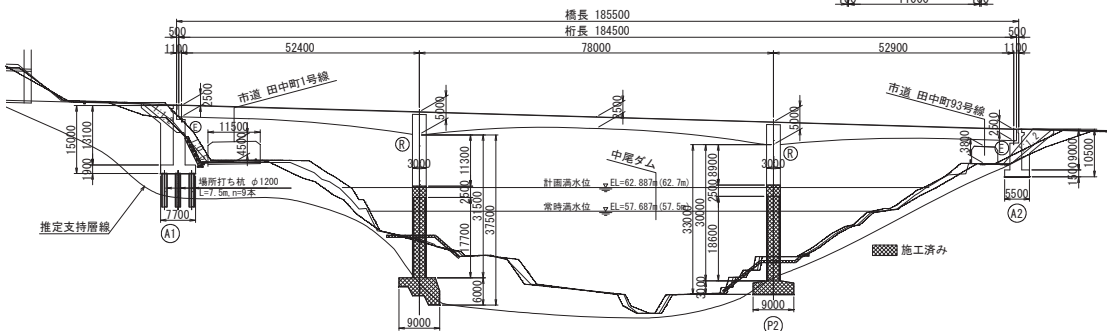
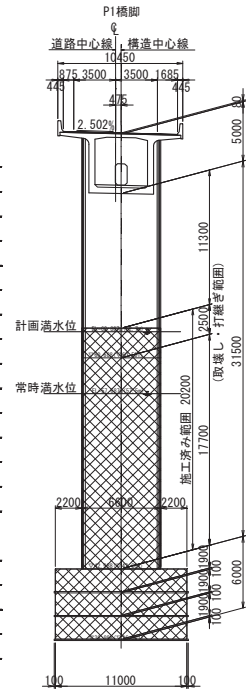


図-1 全体一般図

### 3. 設計における検討

#### 3. 1 施工済み橋脚に配慮した上部工重量の軽減

施工済みのP1・P2橋脚は、平成7年度に詳細設計(以下、当初設計)が行われており、レベル2地震の照査が実施されていない。したがって、現行基準<sup>1)</sup>による橋脚照査では橋脚基部の補強が必要となるが、本橋では、ダム湖内での橋脚基部の補強は不可能であることから、当初設計から上部工重量を軽減することにより施工済み橋脚の補強が不要となるように検討を行った。

上部工重量の軽減方法としては、上部工形式をコンクリートウェブの箱桁から波形鋼板ウェブに変更する案とコンクリートウェブ箱桁のまま部材厚の減少による重量軽減が考えられる。比較検討の結果、経済性および維持管理性よりコンクリートウェブを採用とした。

当初設計から今回設計<sup>2)</sup>における変更項目を表-2に示す。もっとも影響の大きな変更項目は、構造および制御方法であり、PC構造からPRC構造としたことで、PC鋼材本数の決定箇所となる径間中央部の設計荷重+温度時(D+L+T)において必要なプレストレス量が20%程度減少した。また、主方向閉合ケーブルを外ケーブル配置とすることで、ウェブ厚を配筋上の取り合いから決定される250mmまで薄くでき、死荷重の軽減が図れた。さらに、当初設計では箱幅を一期線と同幅としていたが、今回設計<sup>2)</sup>では横締めPC鋼材を1S21.8mmとして張出し床版付根と固定床版付根の曲げモーメントのバランスを考慮して箱幅を決定した結果、箱幅を10%程度狭くすることが可能となった。図-2に当初設計と今回設計<sup>2)</sup>の上部工断面図を示す。

その他、内ケーブル定着突起の削減や下床版厚の縮減により、表-3に示すとおり、当初設計よりも上部工重量を11%軽減できたため、レベル2地震時の照査において施工済み橋脚の補強が不要となった。

#### 3. 2 架設方法の検討

施工済みのP1・P2橋脚の関係で本橋の側径間閉合部はA1・A2側ともに15m程度と長くなる。橋台前面には市道が通っており、市道の通行を確保しながら施工する必要があったため、非対称張出し架設の適用性および支保工形式の検討を行った。

表-2 当初設計からの変更項目

項目	当初設計	今回設計 <sup>2)</sup>
構造および制御方法	PC構造 許容引張応力度	PRC構造 死荷重時：方法B 設計荷重時：方法A
主方向ケーブル配置	全内ケーブル SWPR7BL 12S12.7	架設：内ケーブル SWPR7BL 12S12.7 閉合：外ケーブル SWPR7BL 19S15.2
横締めPC鋼材種別	SWPR1 12φ7 (アラト鋼材)	SWPR19L 1S21.8 (アラト鋼材)

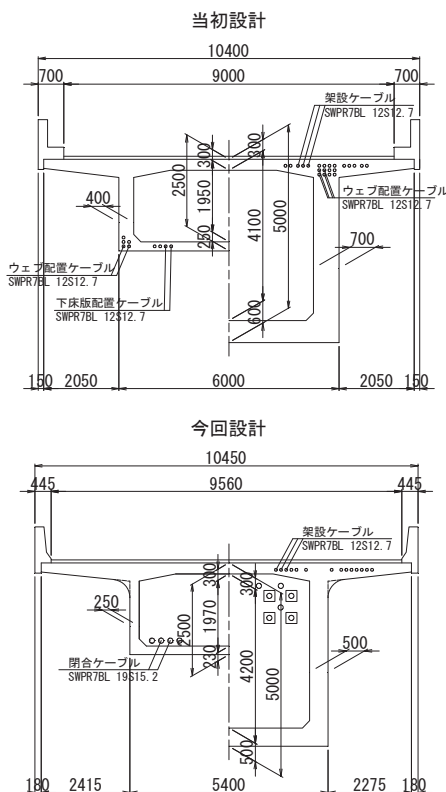


図-2 上部工断面図

表-3 上部工重量の比較

死荷重反力 (kN)	当初設計				今回設計			
	A1	P1	P2	A2	A1	P1	P2	A2
	個別	3863	21875	21914	3857	3768	19112	19093
合計	51509				45735			
比率	1.00				0.89			

(1) 非対称張出し架設の適用性検討

側径間閉合部に吊支保工を適用するために非対称張出し架設の適用性を検討した。橋台側に2ブロック多く張出した状態の非対称張出し架設時におけるL1地震時の橋脚基部に発生する曲げモーメントを算出し、施工済み橋脚の照査を行った。照査結果を表-4に示す。非対称張出し時の橋脚下端曲げモーメントは対称張出し時より15%程度大きくなり、断面照査結果では許容値を超過することとなった。したがって、橋脚下端に補強が必要となることから、非対称張出し架設は適用不可とした。

(2) 側径間閉合部支保工形式の検討

側径間閉合部の支保工形式は、交差する市道の通行を確保しながら施工可能な形式とするため、支柱式支保工を採用した。とくにA1橋台側の市道は対面通行(幅員7.5m)を確保する条件から、図-3に示すとおり、1径間で15m支間となるHSトラス案と2径間としたH鋼桁案の2案について比較検討した。2径間案は、図-4のように、切廻した市道に対して支柱を斜めに配置することにより、架設桁の支間が11mとなり、H鋼桁を採用することが可能となった。したがって、経済性よりH鋼桁による支柱式支保工案を採用した。

3.3 施工済み橋脚の健全度調査結果および設計への反映

施工済み橋脚の健全度評価には、表-5に示す調査を実施した。

コンクリートコア削孔位置を写真-1に示す。室内試験用コアは、コンクリート表面の乾燥と湿潤が繰り返され、中性化の進行が速い湖面付近とした。また、取壊し区間が貧配合コンクリートであり打ち継ぎ目付近に遊離石灰が発生していることから、鉄筋腐食確認用コアは、既設部と新設部のコンクリート打継目部とした。

鉄筋腐食確認用コアの採取方法は、足場設置案と写真-2に示すNETIS登録技術であるロープアクセス工法案の2案で比較を行った結果、ダム湖内での作業となることから足場の設置撤去手間が無く、現地作業日数が短くなり、経済性に優れたロープアクセス工法案を採用した。

表-5 健全度調査項目

項目	備考
コンクリートコアの圧縮強度	JIS A 1107
コンクリートコアの中性化深さ試験	JIS A 1152
鉄筋腐食確認調査(コンクリートコア採取)	Φ100×280mm

表-4 橋脚下端照査結果

		今回設計		
		対称張出し	非対称張出し	
P1	橋脚下端M(kN・m)	89807	104254	
	応力度(N/mm <sup>2</sup> )	σ <sub>c</sub>	11.5	13.3
		σ <sub>s</sub>	264.1	326.0
	許容値(N/mm <sup>2</sup> )	σ <sub>c</sub>	12.0	12.0
σ <sub>s</sub>		300.0	300.0	
判定		OK	NG	

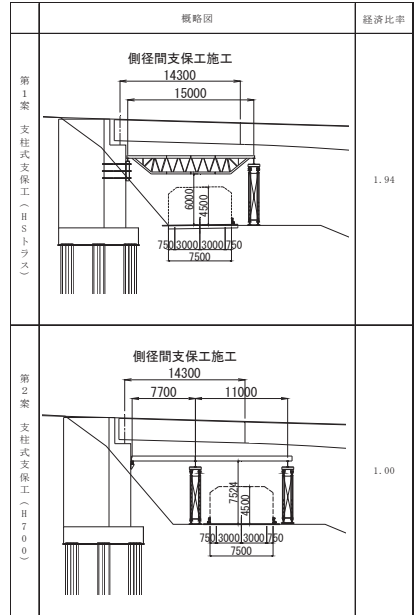


図-3 A1橋台側支保工形式概略図

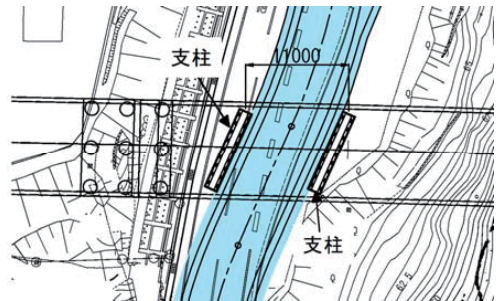


図-4 支柱配置計画図

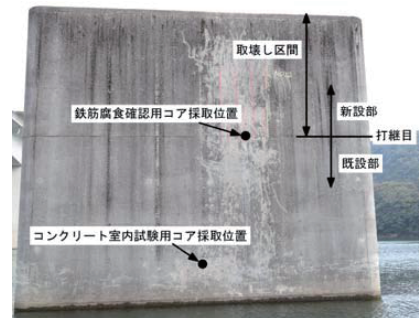


写真-1 コンクリートコア削孔位置

コンクリート圧縮強度試験は、JIS A 1107に基づき実施した。施工済み橋脚施工で使用されたコンクリートは呼び強度 $24\text{N}/\text{mm}^2$ であったが、測定した実強度は $44.1\text{N}/\text{mm}^2 \sim 47.8\text{N}/\text{mm}^2$ であり、呼び強度と比較して1.8倍～2.0倍の強度を確認した。

中性化深さ試験はJIS A 1152に基づき実施した結果、かぶり位置まで中性化が進行するのに必要な年数は、設計耐用年数100年を大きく上回る年数となることを確認した。試験結果を表-6に示す。なお、各橋脚の中性化深さは橋脚の起終点で異なっており、起点側の方が終点側よりも深い位置まで進行している傾向にあった。現地状況より、起点側に比べ終点側の方が日照時間が短く、日照時間の差によるコンクリートの乾燥状態の相違が要因と推測される。

鉄筋腐食状況確認調査は採取したコンクリートの状態および鉄筋切断面における腐食状況、コンクリートから鉄筋を取り出した状態での表面観察を実施した。コンクリートコアから取り出した鉄筋を写真-3に示す。表面観察の結果、すべての採取位置で鉄筋表面に腐食を確認したが、断面欠損までには至っていないことを確認した。

以上の調査結果より、既設コンクリートは十分な強度を有しており、中性化の進行状況も浅いことから構造計算での配慮は不要とした。また、既設鉄筋は、断面欠損していない程度の腐食であったため、鉄筋の断面欠損を考慮した設計は不要と判断した。

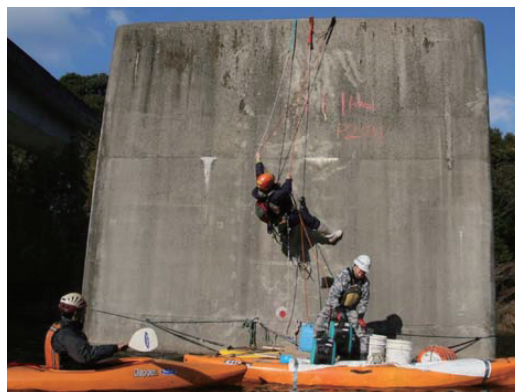


写真-2 ロープアクセス工法実施状況

表-6 中性化深さ試験結果

コア採取位置	中性化深さ	供用年数 T (年)	中性化 速度係数 A	かぶり C (mm)	かぶり位置ま で中性化が進 行する年数 (年)
	測定値 (mm)				
P1(A1)下側	7.0	16.4	1.7285	72.5	1759.2
P1(P2)下側	3.7	16.4	0.9136	73.5	6471.7
P1(A2)下側	6.6	16.4	1.6298	72.5	1978.9
P2(P1)下側	9.0	16.4	2.2224	73.5	1093.8

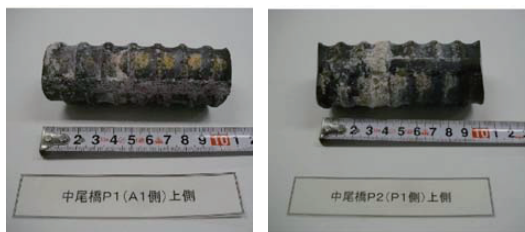


写真-3 鉄筋腐食状況

#### 4. おわりに

本稿では、ダム湖内に施工済み橋脚を有する二期線橋梁の設計について報告した。上部工重量の軽減対策により、施工済み橋脚の補強を不要とすることができた。また、施工済み橋脚の健全度調査に比較的新しいロープアクセス工法を採用した。図-5に本橋の完成予想パースを示す。

本稿が今後の同種橋梁における計画ならびに設計の一助となれば幸いである。



図-5 完成予想パース

#### 参考文献

- 1) (社) 日本道路協会：道路橋示方書・同解説，平成24年3月
- 2) 西・中・東日本高速道路(株)：設計要領第二集 橋梁建設編，平成25年7月