土石流等で被災したPC橋の調査・復旧対策

中央コンサルタンツ㈱福岡支店　正会員 ○岩根 英義　非会員　冨重 裕紀
正会員　田中 智行

１．はじめに

深港川に架かる一般国道 220 号の深港橋（右）は平成 27 年 7 月の集中豪雨における土石流のため,大きな損傷を受けた.結果,道路は通行止めとなり,迂回路が施工された.その橋梁に対し現状の調査診断を行い,復旧のための対策を検討した結果について述べる.

２．橋梁概要

図-1,2 表-1 に橋梁概要を示す.

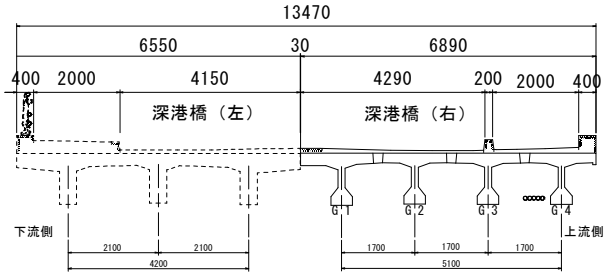


図-1　上部工断面図（対象は右）

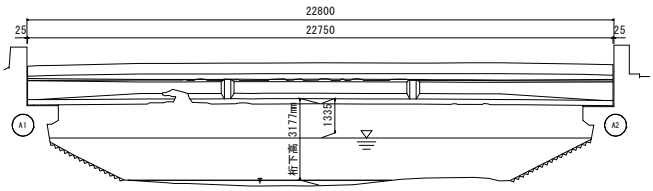


図-2　側面図

表-1 橋梁諸元

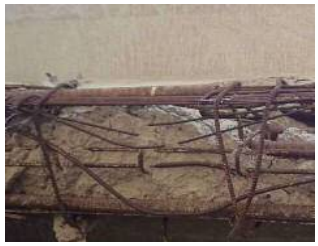
橋　梁　名	深港橋（右）
橋　　長	L=22.80m
全　幅　員	W= 6.89m
有 効 幅 員	W= 6.49m
竣　工　年	1971年
設 計 活 荷 重	TL-20
上 部 工 形 式	PC単純ポステンT桁
適 用 示 方 書	昭和39年

３．被災状況

集中豪雨におけるの土石流(**写-1**)により深港橋（右）は,上流側の主桁にPCケーブルの破断,コンクリートの剥落を伴う被害が生じた(**写-2,3,4**).

写-1　土石流状況

写-2　損傷状況



写-3　PCケーブルの破断

写-4　コンクリートの剥落

４．詳細調査

橋梁の健全度を詳細把握するために**表-2** に示す詳細調査を提案,実施した.

表-2　詳細調査内容

調査項目	内容
３次元測量	三次元レーザ計測及びデジタル写真撮影により、主桁の変形・移動（回転）を確認
耐荷力確認	25tﾗﾌﾀｰｸﾚｰﾝを橋面上で静止させ、主桁のコンクリートひずみ、変位を測定
残留プレストレス力の確認	コンクリートひずみを計測し、コンクリートに現在作用している応力を確認

4.1　３次元測量

土石流により主桁が回転やズレを起こしていないかを正確に把握するために３次元測量を実施した.橋梁全体を点群で把握するとこにより,上下部工において,移動・回転やズレを起こしていないことがわかった.またG4桁の広範囲における損傷具合も確認出来た.

図-3　点群データ

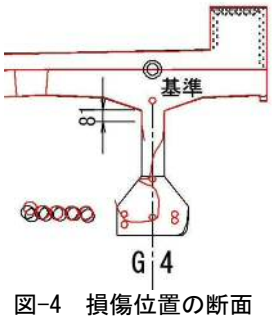


図-4　損傷位置の断面

4.2　耐荷力確認

被災により主桁耐荷力の低下および横締損傷による剛性低下の恐れが懸念された.そこで,静的載荷試験を行い,各桁のひずみ・変位を測定することで,橋梁全体の一体性や床版,横桁を含めた健全性を評価した.試験は,25 t ﾗﾌﾀｰｸﾚｰﾝを用いて,損傷したG4桁を除く,G1～G3桁上に載荷した(**写-5,図-5**).試験の結果,理論値と比較して異常な桁のたわみ値は確認されなかった(**表-3**).よって損傷箇所以外の

剛性は有効で，橋梁全体で一体性のある挙動をしていると考えらえる．

写 - 5　載荷試験状況

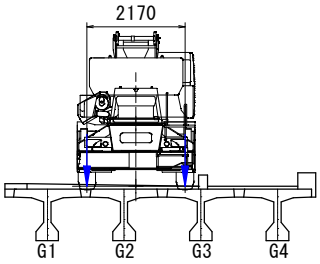
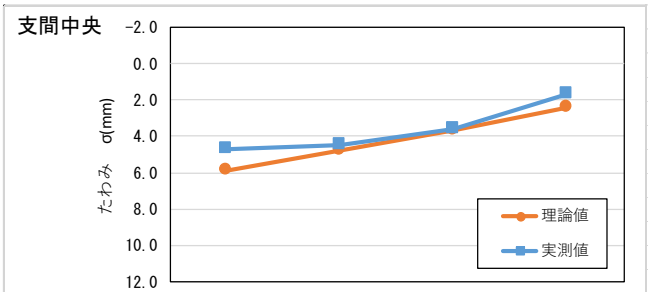


図-5 載荷位置図

表-3　支間中央の各桁のたわみ値



計測位置	G1	G2	G3	G4
理論値	5.90	4.80	3.70	2.40
実測値	4.70	4.48	3.63	1.71
実測値/理論値	0.80	0.93	0.98	0.71

4.3　残留プレストレス力の測定

被災によりコックリートの剥落，PC ケーブルの一部破断が確認され，G4 桁のプレストレス力の状態が不明であった．そこで損傷箇所から 1m と 5m 程度離れた健全な断面で，「スリット応力解放法」を用いてひずみを計測し，残留プレストレス力を確認した．また，比較のため併せて G3 桁も測定した．被災した G4 桁は，損傷箇所から 1m離れた位置で 19.1%，5m 位置で 11.0%のプレストレスの減少が確認された．被災していないG3桁に比べ減少量が大きいことから被災の影響によりプレストレス力は減少したことが確認された．同時に，健全な断面は完全にプレストレス力を損失したわけでなく応力が残留していることも判明し，補強設計において残留応力を考慮した補強設計を行うこととした．(表-4)．

表-4　プレストレスの残留応力値と減少量

単位: N/mm2

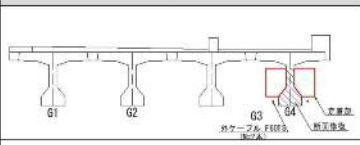
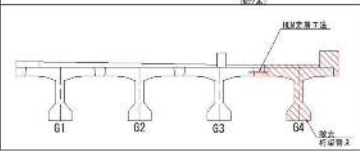
調査位置	計算値 死荷重応力 ①	計算値 有効プレストレス ②	測定結果 ③	残留プレストレス ④=③−①	プレストレスの増減 応力 ⑤=④−②	プレストレスの増減 比率 ⑤/②
G3桁（健全桁）	−10.42	17.18	6.12 ±0.33	16.54	−0.64	−3.7%
G4桁 離れ1m	−10.34	17.16	3.55 ±0.08	13.89	−3.27	−19.1%
G4桁 離れ5m	−9.82	16.86	5.18 ±0.24	15.00	−1.86	−11.0%

5．復旧対策

5.1　復旧方針

損傷した G4 桁については，損傷箇所が歩道部であることから，活荷重の影響が小さいこと，有効な残留プレストレス力も有することより，補修補強対策が可能と考えられた．そこで「補修補強対策」と「架替え対策」の比較検討を行い，施工性，経済性など総合的に判断し補修補強対策案を選定した（表-5）．なお補修設計については，詳細調査の結果より，主桁は原形復旧が可能であると判断し，断面修復による剛性回復を計画した．

表-5　対策工法比較表

	概要図	経済比率	採用
補修補強案		1.00	◎
桁架替え案		7.95	−

5.2　補強対策

G4 桁の補強対策は，外ケーブル工法を採用し，断面修復箇所において不足するプレストレス力を与えることで，耐荷重性能の回復を図った．また，既設の応力状態を照査し，補強後に健全な断面が圧縮で許容値を超過しないこと確認した．なお設計活荷重は，原形復旧として TL-20 とした．

5.3　補修対策

G４桁の劣化部については，脆弱な部分をはつりとることとした．なお，はつり工法は，鋼材の背面まではつり取ることが可能であり，マイクロクラックの発生を抑制可能なウォータージェット工法とし、作業時は支保工による安全対策を計画した．断面修復は，施工性，一体性のよい高流動グラウトコンクリート充填による断面修復とした．また，マクロセル腐食対策として，犠牲陽極材を計画した．

６．まとめ

損傷した PC 桁の復旧対策として，調査により上部工の状態を詳細に把握することで，補修補強対策による復旧対策を可能とした．今後も詳細検討により，事業費の縮減，工期短縮に寄与する設計を行っていきたい．

参考文献

1)（社）日本道路協会 道路橋示方書・同解説，2012.3
2)（社）土木学会 コンクリート標準示方書 維持管理編（2013年制定）