同一支点上で異なる支点条件となる拡幅一体橋の応力解析

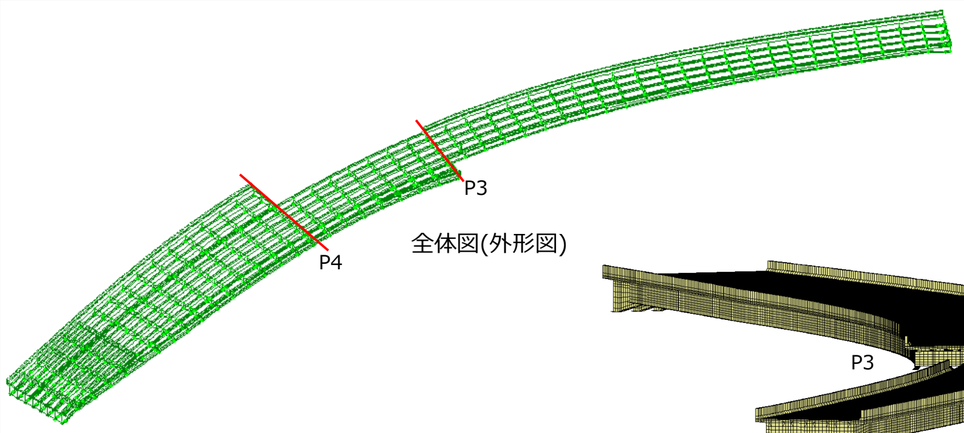
－ソリッド/シェル要素を用いた FEM モデルによる立体解析－

株式会社片平新日本技研

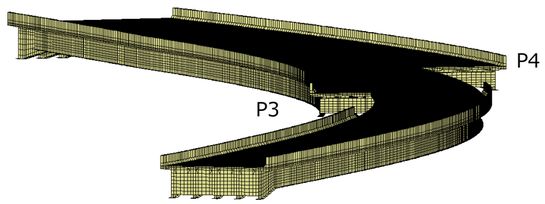
概要

本橋は本線橋（既設橋）の両サイドを中間支点（C ランプ側：P3 橋脚、D ランプ側：P4 橋脚）まで一体化して拡幅する橋梁である。拡幅一体後の P3、P4 橋脚は既設桁が連続桁の中間支点、ランプ拡幅桁が端支点となり、同一支点上で異なる支点条件となる。既設桁とランプ拡幅桁でたわみの性状が異なるため、その影響が接続部の RC 床版や横桁へのねじり変形として影響することが懸念されることから、FEM 解析においてその影響を検証した。

モデル図



全体図(外形図)



全体図(起点側から)

解析条件

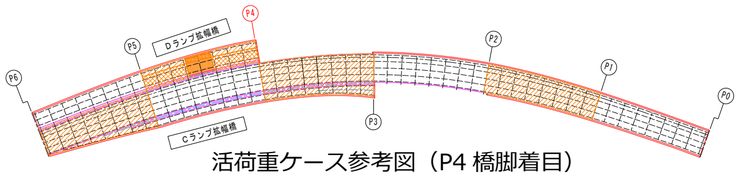
検討ケース

【① 常時：5 ケース】

※すべてのケースに後死荷重を考慮

・P4 橋脚着目：活荷重 3 ケース

・P3 橋脚着目：活荷重 2 ケース



活荷重ケース参考図（P4 橋脚着目）

モデル概要

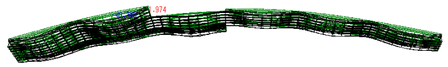
・複雑な構造であるため橋梁全体をモデル化した。

・メッシュ分割は P2～P5 橋脚は細分割、それ以外のメッシュは粗く設定。

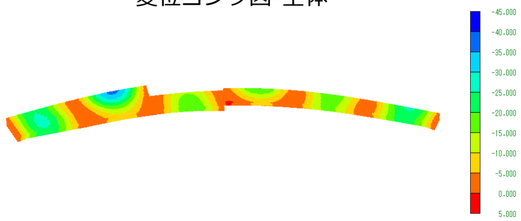
・活荷重は 5 ケースとし、着目点が不利となるように載荷した。（上図参照）

検討結果

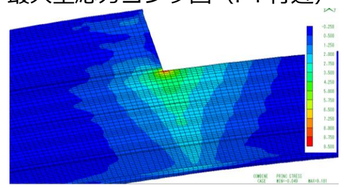
変形図-全体



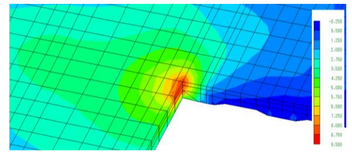
変位コンタ図-全体



最大主応力コンタ図（P4 付近）

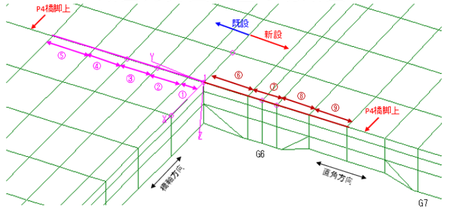


最大主応力コンタ図-拡大（P4 付近）

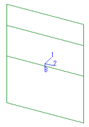


【FEM 解析結果による床版応力度の検討】

断面力算出位置の切断面



曲げモーメントの算出



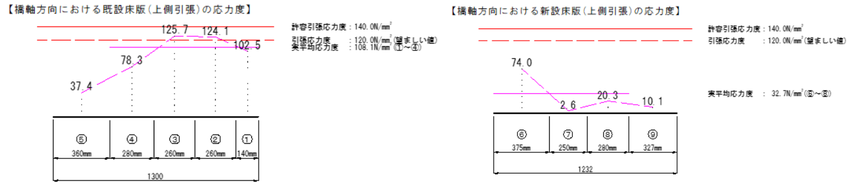
軸力(N)	4.3806.E+05
せん断力2(N)	4.3806.E+05
せん断力3(N)	0.0000.E+00
ねじりモーメント(N・mm)	5.2809.E+06
曲げモーメント2(N・mm)	-1.2383.E+07
曲げモーメント3(N・mm)	2.4012.E+06

RC 床版応力度照査結果

■橋軸方向における既設床版（上側引張）の応力度

項目		単位	照査断面					
			①	②	③	④	⑤	平均
メッシュ幅	～	mm	360	280	260	260	140	
発生曲げモーメント	M	kN・m	-5.160E+06	-5.614E+06	-1.249E+07	-1.238E+07	-5.304E+06	
鉄筋曲げモーメント	M	kN・m	-14.248	-30.081	-48.218	-47.627	-39.311	-41.301
鉄筋基準強度	σck	N/mm²	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0
鉄材幅	b	cm	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
鉄材高	h	cm	28.0	28.0	28.0	28.0	28.0	28.0
鉄筋ピッチ	At	cm	5.90	5.90	5.90	5.90	5.90	5.90
有効高	d	cm	22.10	22.10	22.10	22.10	22.10	22.10
鉄筋径	Dt		D19	D19	D19	D19	D19	D19
本数	N	本	7	7	7	7	7	7
鉄筋量	Ast	cm²	20.065	20.065	20.065	20.065	20.065	20.065
ヤング係数比	n		15	15	15	15	15	15
中立軸	x	cm	8.909	8.909	8.909	8.909	8.909	8.909
シンデル断面係数	Zc		8521.6	8521.6	8521.6	8521.6	8521.6	8521.6
鉄筋断面係数	Zs		383.7	383.7	383.7	383.7	383.7	383.7
鉄筋応力度	σs	N/mm²	77.4	78.3	125.7	124.1	102.6	107.8
許容応力度	σsa	N/mm²	140.0	140.0	140.0	140.0	140.0	140.0
コンクリート応力度	σc	N/mm²	1.7	3.5	5.7	5.6	4.6	4.0
許容応力度	σca	N/mm²	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0

鉄筋応力度の照査結果概要図



考察

【RC 床版】P4 および P3 橋脚において、最も応力集中が大きい荷重ケースについて RC 床版応力度を照査した結果、既設 RC 床版の鉄筋量で許容応力度以内に収まることを確認した。応力集中は橋軸方向が卓越しており、直角方向はほとんど影響がなかった。

【 まとめ 】本解析は橋梁全体をモデル化しているが、着目点から離れた部分の活荷重載荷が床版の応力集中にどのぐらい影響するかまでは検討していない。よって、モデル化範囲の妥当性については検討する余地がある。