

桁架設時の閉合計算

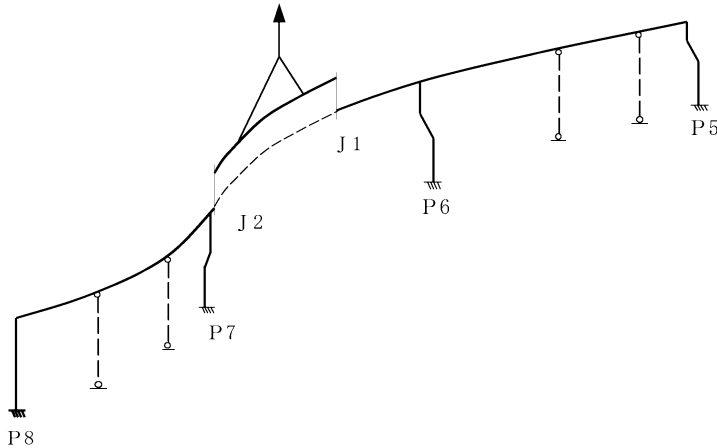
2012. 11. 30
T. Y.

1. まえがき

桁架設時の閉合計算において、遠回りして問題を難しくしている事例が見受けられる。ある事例をもとにあるべき設計手順を述べ、解析の省力化と精度の向上を図っていく。

2. 対象事例

下図、3径間連続曲線箱桁の中央径間を落し込み架設する。落し込み架設に際してはP6側張出部先端とをモーメント接合したのちP7をヒンジ接合することを前提とする。

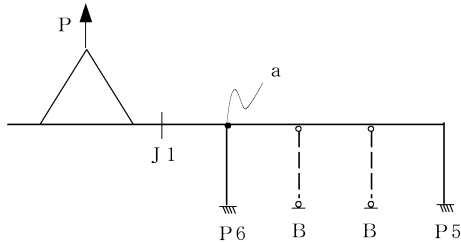


3. 解析手法「Post step 解析」

桁の閉合計算はいかなるケースにおいても「連結後の形状」を以て解析することが近道である。これを「Post step 解析」と言う。

3.1 P6側 (J1) のモーメント接合

下図のごとく張出状態にある桁の先端に吊ブロックを連結するのであるから、これを解析するには、同箇所連結後の形状を以て行う。

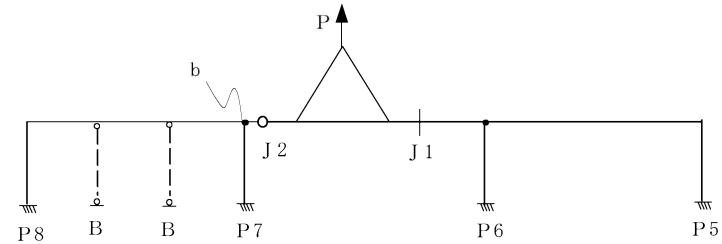


解析目標としては、左記モデルに鋼重ならびにクレーン吊重量：Pを载荷した状態で、連結部の断面力N・Sy・Sz・Mx・My・Mzを取り除く手立てを講ずればよい。

通常モデルではベントの高さ調整で対応するが、当ケースのように橋脚がナックルしている場合にはa点の面外変位及び部材軸回りの

回転が懸念される。このような場合にはa点に面外変位を与える細工をすれば良いし、脚に製作キャンバーが設置されている場合には、予条件としてキャンバーに相当する荷重を加えた上で、調整荷重を選定すればよい。

3.2 P7側 (J2) のヒンジ接合



閉合継手をモーメント接合するかヒンジ接合とするかは、継手位置の選定時に判断しなければならないことであるが、本ケース J2 においてはモーメント接合が無理であることは容易に判定できる。

よってヒンジ接合を前提に閉合までの手順を述べる。

3. で述べた「Post step 解析」の考えでいけば 解析モデルは上図のような全体系となる。J2 をヒンジ結合する場合には、下記①～③の選択肢がある。

- ・ 上図のようにP7～8間をベント支持した状態でヒンジ接合する。
- ・ P7～8間のベントを撤去した状態でヒンジ接合する。
- ・ P7～8間のベントを残し、かつある程度突き上げた状態でヒンジ接合する。

このようにヒンジ接合には3つの選択肢があるが、施工性・経済性に配慮したうえで手順を選択しなければならない。しかしいずれにしても、形状解析における基本的な考え方は3.1のモーメント接合の場合と変わらない。ベントの在る無し、突き上げの在る無しにかかわらずそれらを予条件として解析し、継手部の断面力をコントロールすればよい。

ここでヒンジ部の結合条件を整理すると、ごく特殊な場合を除いて以下ようになる。

結合条件						
	N	Sy	Sz	Mx	My	Mz
連結条件	Fix	Fix	Fix	Fix	Free	Fix
	●	●	●	●	○	●

上記条件で構成された構造物に外力を加えて、表中で黒丸を付したN・Sy・Sz・Mx・Mzを取除く手立てを講ずればよい。なお、架設時にセッティングビーム等を用いて、連結前にせん断力を伝える構造では、Szをゼロに近づける必要性はない。

4. あとがき

前述したように「Post step 解析」を取り入れた閉合計算は、分離解析による肌合わせ取束計算の数分の一の手間でかつ精度の高い値が得られる。また、調整後の継手部断面力は、閉合時の肌合わせ力を推定するための基礎データとなる。

注意点としては、クレーン吊荷重を想定したPを吊部材重心の直上に作用させることがあげられる。

参考資料 H歩道橋

§ 2. 総括表

2.1 断面力、応力度照査及び桁変形量の集計表



			STEP-1 J 1～J 6桁の架設		STEP-2 J 1～J 6桁 吊点除荷				STEP-3-1 J 6～G E 桁の架設 (J6添接)			STEP-3-2 J 6～G E 桁の架設 (P3添接)			
架設ステップ図															
箇所			JP1	JP2	JP1	JP2	P1隅角部	桁P1-P2中央	JP1	JP2	J6	JP1	JP2	J6	JP3
断面力	軸力	N	29.6	-29.3	-261.4	-335.6	-112.7	-125.4	-261.2	-338.2	0.1	-252.8	-399.9	-15.2	-52.3
	せん断力	S	-0.2	0.2	-125.9	125.9	213.5	11.2	-125.4	125.4	2.5	-106.7	88.4	56.7	18.3
	曲げモーメント	M	-1.4	-13.1	821.0	-853.9	-1,108.3	1,138.1	819.7	-850.2	5.9	741.1	-566.7	-322.3	0.1
応力度照査 及び備考	発生軸方向応力度	σ_c	—	—	—	—	-1.3	-1.5	—	—	—	—	—	—	—
	” 曲げ 応力度	σ_b	着色部は、JP1、JP2を連結する際の肌合わせ力を示す。				34.3	34.6	着色部はJ6を連結する際の肌合わせ力を示す。Pは全吊荷重相当。			吊荷重を減じて、JP3の肌合わせ力を最小にした状態。			
	” せん断応力度	τ	—				9.1	0.5	—			—			
	許容軸方向応力度	σ_{ca}	—				124.4	120.9	—			—			
	” 曲げ 応力度	σ_{ba}	—				175.0	168.5	—			—			
	” せん断応力度	τ_a	—				100.0	100.0	—			—			
安定の照査 (軸方向力と曲げ)			—		—		0.28 < 1.0 0.13 < 1.0		—			—			
桁変形量	X 軸変位	δ_x	0.0	-0.3	0.9	5.5	3.8	1.7	0.9	5.5	2.9	1.3	4.8	3.3	2.438
	Z 軸変位	δ_z	0.1	0.0	-0.7	-0.4	-0.8	-31.9	-0.7	-0.4	7.5	-0.7	-0.5	2.3	-0.148
	Y 軸回転角	θ_y	-0.006	-0.062	1.147	-0.972	1.511	0.249	1.148	-0.965	-1.304	1.109	-0.512	-0.236	0.347
架設ステップ図			STEP-4 J 6～G E 桁 吊点除荷						STEP-6 A1～J 1間桁架設完了時						
架設ステップ図															
箇所			JP1	JP2	J6	JP3	P3隅角部	桁P2-P3中央	J1	JP1	JP2	J6	JP3	P1隅角部	桁P1-P2中央
断面力	軸力	N	-250.7	-440.1	-37.5	-140.8	-48.2	-42.2	-1.7	-279.0	-439.3	-35.8	-140.4	-95.7	-108.4
	せん断力	S	-112.0	69.3	96.2	42.8	-96.0	12.5	-27.0	-108.2	67.1	96.5	41.1	203.0	0.7
	曲げモーメント	M	730.0	-440.9	-334.1	-164.2	-303.0	182.2	0.2	700.2	-429.7	-333.4	-160.4	-1,019.0	1,017.1
応力度照査 及び備考	発生軸方向応力度	σ_c	—	—	—	—	-0.6	-0.5	—	—	—	—	—	—	
	” 曲げ 応力度	σ_b	吊点を解放した時の各所の部材力、変形量				10.1	6.4	着色部はJ1の曲げモーメントを小さくする場合の上げ越し量を示す。						
	” せん断応力度	τ	—				4.1	0.5	—						
	許容軸方向応力度	σ_{ca}	—				151.4	145.8	—						
	” 曲げ 応力度	σ_{ba}	—				175.0	168.5	—						
	” せん断応力度	τ_a	—				100.0	100.0	—						
安定の照査 (軸方向力と曲げ)			—		—		0.09 < 1.0 0.02 < 1.0		—						
桁変形量	X 軸変位	δ_x	0.8	3.8	2.7	2.6	2.6	2.6	3.8	0.7	3.6	2.5	2.4	3.2	1.4
	Z 軸変位	δ_z	-0.7	-0.5	0.6	-0.2	-0.3	-1.0	9.5	-0.8	-0.5	0.6	-0.2	-0.8	-26.6
	Y 軸回転角	θ_y	1.019	-0.385	0.076	0.099	-0.020	0.094	1.334	0.969	-0.386	0.081	0.084	1.28	0.073

2.2 エレクションピースの検討

				P1橋脚添接部	P2橋脚添接部	P3橋脚添接部	J6添接部	
断面力	作用力最大ステップ		—	STEP-2 時	STEP-2 時	STEP-4 時	STEP-4 時	
	軸力	N	kN	261.4	335.6	140.8	37.5	
	せん断力	S	kN	125.9	125.9	42.8	96.2	
	曲げモーメント	M	kN・m	821.0	853.9	164.2	334.1	
ボルト照査	使用ボルト		—	M22 (F10T)	M22 (F10T)	M22 (F10T)	M22 (F10T)	
	ボルト本数		本/1添接箇所	16	16	4	8	
	ボルト発生力		ρ	kN/本	91.6	97.2	89	60.2
	ボルト許容力		ρa	kN/本	135.0	135.0	135.0	135.0
添接板照査	添接板断面		mm	155 × 16	155 × 16	80 × 9	80 × 9	
	添接板材質		—	(SS400相当)	(SS400相当)	(SS400相当)	(SS400相当)	
	発生応力度		σ	N/mm ²	147.2	156.3	122.7	86.1
	許容応力度		σa	N/mm ²	175.0	175.0	175.0	175.0
溶接照査	溶接形式		完全溶込み開先	K形	K形	K形	レ形	
	発生応力度	鉛直	τ	N/mm ²	27.3	29.0	17.8	29.0(水平)
		水平	σ	N/mm ²	81.3	85.8	63.8	60.8(鉛直)
	許容せん断応力度		τa	N/mm ²	100.0	100.0	100.0	100.0
	許容曲げ応力度		σa	N/mm ²	175.0	175.0	175.0	175.0
	応力度合成照査 (道示Ⅱ式7.2.6)				0.29 < 1.2	0.32 < 1.2	0.16 < 1.2	0.20 < 1.2
判定				OK	OK	OK	OK	

2.3 STEP-3-2 (P3添接時) に、仕口を合わせるためには、吊荷重の 44.0% を解放することになる。

2.4 STEP-6 A1～J1間桁架設完了時のA1のライズは、 9.5 mm (前頁表のSTEP-6 参照)