

合成桁のコンクリート床版施工に伴う連続げたの構造的課題

(一括合成と逐次合成の評価：キャンバー)

(財)SCOPE(RSC 研究会) フェロー 保坂 鐵矢

鉄道運輸機構(RSC 研究会) 正 藤原良憲

川田工業(株) 橋梁事業部 正 岩田幸三

(株)トーニチコンサルタント(RSC 研究会) 正 ○ 久保 武明

1. はじめに

近年、コンクリート床版有する連続鋼桁橋において、コンクリート床版と鋼桁とを合成した連続合成げたが採用されている。ここで、合成桁は施工順序により鋼とコンクリートと合成效果が発生することに着目すると、コンクリートの打設施工順序を解析に反映することが合理的合成桁の開発に寄与するものである。

現状は、一般にはこのような合成評価は行わなく、コンクリート打設は鋼桁架設後、正曲げ区間を先行し、次に負曲げ区間を施工する手法を用い、先行施工の合成評価は行わない解析法（一括合成）を用いている。しかし、道路橋においては、合成少数主桁の移動方枠を用いた橋げたのみに限り、正曲げ・負曲げ関係なく一方向からの施工方法を用いていることから先行施工分のコンクリートの合成を評価した“逐次合成”³⁾を行っている。

逐次合成は合成桁の構造系から解析に反映すべきと思われるが、構造物の耐久性から評価すると、コンクリートの物性(強度、クリープ、ヤング係数、乾燥収縮など)は配合、施工環境、養生方法、養生期間等々から明確に定量化されていないのが現状である。

そこで、安易に、弱令コンクリート等の評価や合成評価を行った高度な解析は構造物の耐久性から時期早々と考えられる。しかし、一部

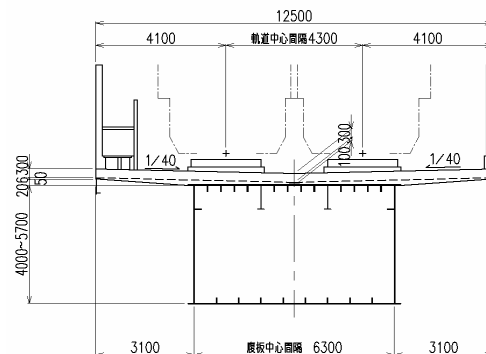


図-1 検討橋梁の断面

表-1 クリープ、Sh の考え方

	鉄道橋設計基準	本橋計算書	道路橋基準
応力度たわみ	死, 活荷重, 温度差	n=7	n=7
	クリープ	n=21	n=21
	乾燥収縮	n=17.5	n=21
キャンバー	死荷重	n=21(※1)	n=7
	クリープ	(考慮)	n=14
	乾燥収縮	(考慮しない)	n=21
クリープ係数	たわみ	$\phi_1=2.0$	$\phi_1=2.0$
	乾燥収縮	$\phi_2=1.5\phi_1, 1.5\times 3.0$	$\phi_2=2.0\phi_1, 2.9\times 1.9$

※1)クリープも考慮してn=21としている。

※2)荷重は17.5で算出している。

の構造に用いられている逐次合成の影響がどの程度あるかを確認している事例は殆ど無い。本報告は前報告³⁾に引続き、鉄道橋の新規構造での連続合成桁を対象に行った両者の解析的キャンバー値を実測値との比較において評価である。本報告が合成桁や複合構造の合理的構造への一助として寄与できれば幸いである。

2. 解析モデルおよびケース

解析するモデルは、支間長 98.5+103+103+98.5m の4径間連続合成1主箱桁橋であり、コンクリート床版厚は 300mm、強度は 35N/mm² で、解析ケースは下記に示す2 ケース。

ケース①：逐次合成のケース（ヤング係数比 n は設計と同様に 7 とした）

ケース②：一括合成のケース（設計値：n=7）

床版の打設順序は、コンクリート床版荷重による応力の大きくなる側径間から打設するものとし、また、打設が完了しているコンクリートに有害な引張力が作用しない養生期間として床版打設間隔は 7 日 ($0.85\sigma_{ck}$ 以上) とした。打設順序を図-2 に示す。

クリープ・乾燥収縮によるキャンバーについては、鉄道橋設計基

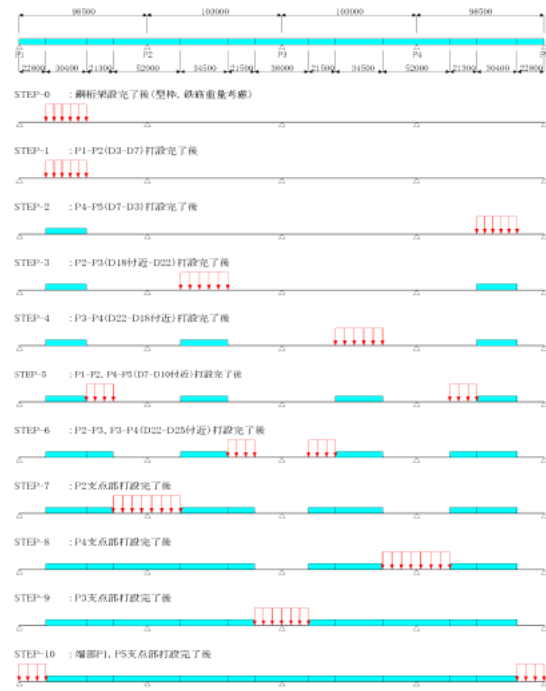


図-2 コンクリート床版の打設順序

キーワード：連続合成桁、逐次合成、ヤング係数比

連絡先：〒151-0071 東京都渋谷区本町 1-13-3 Tel:03-3374-4084 Fax:03-3374-4744

準ではヤング係数比 $n=21$ としてクリープによる影響を考慮し、乾燥収縮による影響は考慮しないこととしている。しかし、本橋の設計においては、ヤング係数比 $n=7$ を、クリープによる影響は無視し、乾燥収縮による影響のみを考慮するものとした。表-1 に鉄道橋と道路橋のクリープ・乾燥収縮の考え方を示す。

3. 結果と考察

表-2 に解析と現場実測のたわみ値を示す。

解析値と現場実測値を比較したところ、現場実測値に近いのは、逐次合成を考慮して算出したたわみ値であった(表-1 の着色箇所を参照)。しかし、2つの解析ケースのたわみ値には大きな差異が無いことや、計算時に考慮している断面剛性と実構造物の断面剛性との相違も考えられるため、どちらの解析ケースが現場実測値に近いと断言し難いものと考えられる。

また、主桁断面について、ケース②(一括合成)にて決定した断面を用い、ケース①(逐次合成)にて求められた断面力により安全性の照査を行なったが、2ケースの断面力の相違は合成前死荷重のみでその差は10%程度であり、総断面力に対して照査を実施しても板厚が変化するものではない。

以上より、当該比較構造の場合、一括合成で解析した断面桁を逐次合成を考慮した解析にて算出したキャンバーが現地計測した結果に近いが、その差は小さく逐次合成を考慮しないで算出したキャンバーを使用しても問題は無いと考えられる。なお、参考文献4)より他橋梁の検討においても同等の結果が得られていることから、今回の検討結果も概ね妥当であると考えられる。

ただし、現地の状況や施工条件等によりコンクリート床版の打設順序が変則的になる等の場合においては、本検討結果と異なる傾向も考えられるため十分な注意が必要である。また、高度な解析を行う場合は、設定モデルのみならず入力データ等も構造耐力に影響することもあるので注意しなければならない。

表-2 たわみ値の比較

		第1径間							第2径間							第3径間							第4径間								
		支点	P1	D2	D4	D6	D8	D10	D12	支点	P2	D15	D17	D19	D21	D23	D25	支点	P3	D24	D22	D20	D18	支点	P4	D9	D5	D3	支点	P5	
STEP1	逐次合成あり①	0	-71	-121	-135	-114	-70	-19	0	17	51	64	58	41	20	0	-18	-20	-17	-11	0	7	6	4	0	0	7	6	4	0	0
	逐次合成なし②	0	-71	-121	-135	-114	-70	-19	0	17	51	64	58	41	20	0	-18	-20	-17	-11	0	7	6	4	0	0	7	6	4	0	0
STEP2	逐次合成あり①	0	2	5	6	7	6	2	0	-2	-8	-14	-19	-20	-14	0	30	51	63	60	0	-93	-133	-99	0	0	-93	-133	-99	0	0
	逐次合成なし②	0	3	5	7	7	6	2	0	-2	-8	-15	-19	-20	-14	0	30	51	63	60	0	-93	-133	-99	0	0	-93	-133	-99	0	0
STEP3	逐次合成あり①	0	27	50	67	75	62	21	0	-23	-86	-137	-148	-114	-57	0	52	59	50	33	0	-19	-16	-10	0	0	-19	-16	-10	0	0
	逐次合成なし②	0	33	60	78	83	66	22	0	-24	-88	-141	-151	-116	-58	0	53	60	52	34	0	-21	-19	-13	0	0	-21	-19	-13	0	0
STEP4	逐次合成あり①	0	-6	-12	-16	-18	-15	-5	0	5	21	37	49	54	38	0	-85	-134	-147	-114	0	72	59	39	0	0	72	59	39	0	0
	逐次合成なし②	0	-9	-16	-21	-22	-18	-6	0	7	25	44	57	59	41	0	-88	-138	-152	-118	0	78	71	47	0	0	78	71	47	0	0
STEP5	逐次合成あり①	0	-26	-46	-59	-61	-42	-11	0	10	27	30	24	14	4	0	8	19	28	30	0	-54	-54	-37	0	0	-54	-54	-37	0	0
	逐次合成なし②	0	-34	-61	-77	-74	-50	-13	0	12	35	40	32	17	5	0	10	25	37	40	0	-65	-71	-49	0	0	-65	-71	-49	0	0
STEP6	逐次合成あり①	0	4	7	10	10	9	3	0	-3	-13	-23	-28	-26	-10	0	-19	-29	-26	-18	0	10	9	7	0	0	10	9	7	0	0
	逐次合成なし②	0	6	11	15	16	13	4	0	-5	-17	-29	-35	-29	-11	0	-21	-34	-33	-24	0	15	13	9	0	0	15	13	9	0	0
STEP7	逐次合成あり①	0	0	0	0	0	1	1	0	-2	-10	-14	-13	-9	-5	0	4	4	3	2	0	-1	-1	-1	0	0	-1	-1	-1	0	0
	逐次合成なし②	0	1	2	2	3	3	2	0	-3	-13	-19	-18	-13	-6	0	6	6	5	4	0	-2	-2	-1	0	0	-2	-2	-1	0	0
STEP8	逐次合成あり①	0	-1	-1	-1	-1	-1	0	0	0	1	3	4	4	3	0	-7	-11	-14	-13	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0
	逐次合成なし②	0	-1	-2	-2	-2	-2	-1	0	1	3	5	6	6	4	0	-10	-16	-19	-17	0	3	2	1	0	0	3	2	1	0	0
STEP9	逐次合成あり①	0	1	1	1	2	1	0	0	0	-2	-3	-4	-4	-2	0	-3	-4	-4	-2	0	1	1	1	0	0	1	1	1	0	0
	逐次合成なし②	0	1	1	2	2	2	1	0	-1	-2	-4	-5	-5	-3	0	-4	-5	-5	-3	0	2	2	2	1	0	2	2	2	1	0
STEP10	逐次合成あり①	0	-20	-26	-24	-18	-10	-3	0	2	6	7	6	3	1	0	2	4	7	7	0	-14	-26	-24	0	0	-14	-26	-24	0	0
	逐次合成なし②	0	-27	-39	-38	-30	-17	-4	0	4	11	13	10	6	2	0	3	8	12	13	0	-24	-40	-35	0	0	-24	-40	-35	0	0
合計	逐次合成あり①	0	-90	-143	-151	-118	-59	-11	0	4	-13	-50	-71	-57	-22	0	-36	-61	-57	-26	0	-90	-155	-120	0	0	-90	-155	-120	0	0
	逐次合成なし②	0	-98	-160	-169	-131	-67	-12	0	6	-3	-42	-65	-54	-20	0	-39	-63	-57	-22	0	-100	-171	-135	0	0	-100	-171	-135	0	0
	現地計測③	-2	-82	-123	-136	-106	-60	-15	-6	8	-18	-47	-64	-51	-14	6	-40	-59	-56	-32	-11	-85	-135	-106	-1	-1	-85	-135	-106	-1	-1

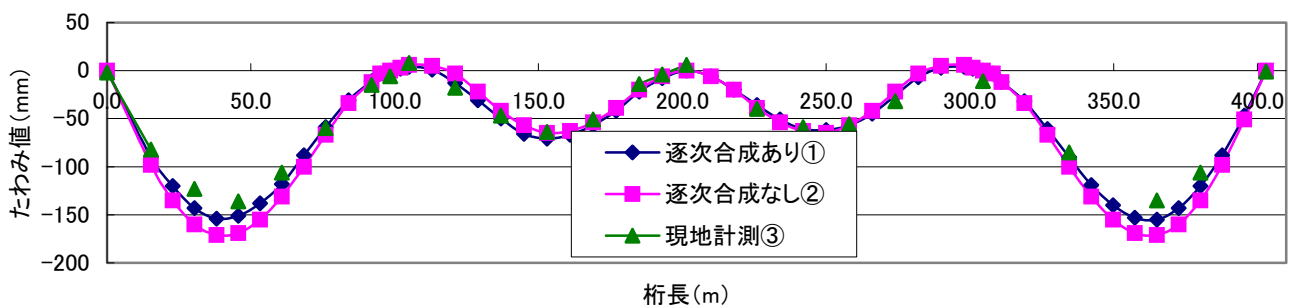


図-3 たわみ値の比較

参考文献】1)鉄道構造物等設計標準・同解説(鋼・合成構造物) 2)道路橋示方書・同解説:(社)日本道路協会 平成14年3月
3)PC床版鋼連続合成2主桁橋の設計・施工マニュアル(財)高速道路技術センター 平成14年3月 4)鋼鉄道橋3径間連続合成
げたの逐次合成によるキャンバーへの影響について 平成19年9月 土木学会第62回年次学術講演会