討　議

第十九卷第五號　昭和八月五月

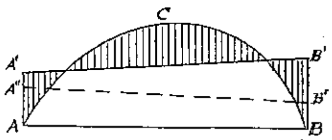
THE DERIVATION OF INFLUENCE EQUATIONS OF STATICALLY INDETERMINATE STRUCTURES WITH PARTIAL FIXITY AT SUPPORTS.

（第十八卷第十一號所載）

會員　庄　野　卷　治

本會誌第十八卷第十一號に於て固定の不充分なる場合の影響方程式に就て論究されたる御厨氏の論文は前回の論文同樣斯界に偉大の貢獻を爲す新說である。筆者は著者の前回の論文を討議せる行掛りあり，又固定不充分なる桁の解法にも手を染めたことあるを以て簡單に討議を試みたいと思ひます。桁又は結構の固定不充分なる時は各部の傾角は理論上固定度 k 及 k' の函數となります。然るに著者の解法は固定の不充分なる部材の兩端の傾角のみが該固定度の函數となるだけにて其他は全く固定度に無關係なりと假定して居ます。從て合理的解法にあらずして略式なるが故之を採用し得る範圍に關する考究が必要であると思ひます。又固定の不充分を考慮せざる前回の著者の記述は單一直桁の場合を基礎とし整然と推論されたのでよく判りましたが今回は一足飛びに結構を考究されましたので著者の方法を用ひ單一直桁の場合を如何にして解くかに迷ひますから之を敎へて下さらば幸であります。

著者は回轉に對し完全に自由なる桁端則ち鉸端の傾角の幾割を固定度何割と定義してありますが，之を固定端の彎曲率の幾割を固定度何割と定義するならば Arthur Morley 博士の考究に僅々一歩を進めるだけで回轉に對し固定不充分なる桁の應力を容易に求むることが出來ます。其大要を說明せん。先づ直桁の場合は Morley's "Strength of Materials" Art.85 乃至 86 に兩端の回轉自由なる桁と兩端固定されたる桁の應力關係を論じて居ます。右圖 ACB は兩端回轉に對し完全に自由なる桁の彎曲率圖にして AB 直線よりの縱距を以て之を測り得るものとす。この時桁の兩端が完全固定の場合の彎曲率を知らんと欲せば兩端の fixing moment（=完全固定の彎曲率）を求め ACB 彎曲率圖と同一縮尺を以て符號を反對に考へて圖上に表はしたものを AA′ 及 BB′ とし A′B′ を連ぬれば A′B′ 直線より ACB 弧線迄の縱距は則ち兩端固定時の彎曲率を表はすのであります。fixing moment を求むる方法及 A′ B′ 直線が固定時彎曲率圖の基準線となる理由等は同書に詳記してあるから玆には省略します。但し同書には主として圖式計算法を揭げ居るも之を解析的に改むことの容易なるを附言して置きます。以上の事柄に僅かに一步を進め AA′ の m 割を AA″, BB′ の n 割を BB″ とし A″B″ を連ぬる時は A″B″ 直線より ACB 弧線迄の縱距は A 端の固定度 m, B 端の固定度 n の場合の彎曲率を示すのであります。次に弧桁に關する Morley 氏の考究は同書 Art. 142 に在る通り兩桁端を連ぬる假想兩鉸直桁の彎曲率圖を上圖の ACB 弧線とし其基準線を AB 直線とする時に弧桁の fixing moment AA′ 及 BB′ を求むる方法を示し且つこの場合固定時の基準線は A′ と B′ を連らぬる簡單なる弧線にして直線にあらざることを說明して居ます。此の如く假想直桁を考案せるは弧桁の固定時の彎曲率を簡便に求むる點より言へば卓見である。併し乍ら固定不充分時の應力を求むるに利用するは不便である。勿論假想直桁と兩鉸



端の關係も求め得るに依り結局は比較的容易に回轉に對し不充分固定の弧桁の應力問題を解き得るのであります。上述の如く回轉に對してのみ固定の不充分なる場合は解決容易なるも回轉と移動に對し同時に固定の不充分なる場合は仲々面倒で之を解くのに斷續的とは云へ筆者は數年を費しました。而して筆者のは總て兩端固定の桁を基準とし固定度を與ふる代りに固定の不充分度則ち弛度(looseness)を指定して適意桁端の狀況に應じ各點の應力及撓度を容易く求めるのであります。其詳細を茲に書く暇のないのは遺憾であります。

著者が擧げたる Fig. 5 の拱の例解は實に有益にして固定度の影響等を達觀するに貴重なるものである。徑間が中矢の 5 倍に過ぎざる圓弧拱では著者の解法に依る應力の實値が必らずしも正確を期し難き樣に思はるも兩端の回轉自由,不充分又は固定時の各點の相互彎曲率の差は比較的正しからねばならぬ理由の存するに依る。則ち兩鉸拱の或點に單一荷重の作用する時の撓度弧線と兩端固定又は不充分固定時に單一荷重が同點に作用する場合の撓度弧線の差違は原形との差違に反し餘り無理のない程度で納まるからである。茲に參考の爲,兩鉸端と兩端固定時の各點彎曲率の差を筆者の公式にて求めた結果を擧げて見ます。勿論特に中和軸は中心線に合致し剪力の影響も無視して著者のと步調を合せてあります。符號の約束は M_1 だけが著者のと反對であります。普通の參考書に依り兩種拱の各點の彎曲率を別々に求めて其差を取るも全く同一結果を得る筈であります。固定不充分の場合は固定度の定義が著者のと違ひますから省略しました。計算の data は前回討議の第一圖に照らし

測點	θ 又は Ψ	測點	θ 又は Ψ	測點	θ 又は Ψ
1	6° 29′ 07.″99	7	38° 39′ 26.″59	13	69° 08′ 09.″76
2	12 27 19. 54	8	43 36 10. 14	14	74 45 00. 74
3	18 04 10. 52	9	48 32 53. 69	15	80 43 12. 29
4	23 25 53. 56	10	53 31 51. 63	16	87 12 20. 28
5	28 36 52. 50	11	58 35 27. 78	$\phi=$	43° 36′ 10.″14
6	33 40 28. 65	12	63 46 26. 72	$\gamma=$	0.725

にして結果は則ち回轉に對し完全に自由なる場合の彎曲率に次表の ΔM を代數的に加ふれば兩端固定時の彎曲率を得ます。次表の ΔM を著者の Fig. 6 に對照しますと大體に於て大差なき樣でありますが詳しきことは圖表だけでは判りません。著者が記載を省略せる影響方程式解答の數値に對照して著者の略法の精密度を考究されんことを希望します。又前回著者が引用せる固定拱は徑間が中矢の約 3.5 倍なるに今回のは 5 倍にして偏平度を増して居ますが斯く偏平度を増した結果,各格點に夫々單一荷重の作用する場合等に兩端の彎曲率の計算値に於ける自己矛盾の量,其他眞値に對する精密度等が如何なる程度迄救濟さるゝかの比較研究を御願致したいのであります。

之を要するに著者の影響方程式論は斬新且つ有益であるけれども一般に略式であるから安全に適用し得る範圍を定めた後でなければ實用に供するの危險を感ずるのであります。理論上著者の解法を正當に應用し得る面白き場合は直部材より成る rigid frame 又は屈曲連續桁より成る多邊形の輪に於て双方共其角點は原位置を離れる自由を有せざるも回轉に對しては完全の自由を有する場合或はこの種の連續桁にして兩端は完全固定又は回轉自由なる場合である。何となれば變形後各格點を連ぬる圖形は原形に一致するからである。勿論以上の外にも誤差が許容範圍内に收まる故を以て實用に供し得る幾多の場合が存在することゝ思ひます。終りに臨み著者の有益なる論文に深く敬意を表し甚大の勞を感謝し,併せてこの御研究を益々有效ならしむ樣努力されんことを切望致します。

両端回轉に對する固定度 0 % の時と 100 % の時の各點の彎曲率の差 ΔM の数値表

單位荷重の作用點 / ΔMの測點	1	2	3	4	5	6	7	8	
0	+0.04406	+0.05976	+0.05697	+0.04292	+0.02305	+0.00142	−0.01883	−0.03544	16
1	+0.03457	+0.04800	+0.04730	+0.03678	+0.02308	+0.00652	−0.00964	−0.02363	15
2	+0.02638	+0.03763	+0.03846	+0.03240	+0.02217	+0.00992	−0.00266	−0.01420	14
3	+0.01922	+0.02837	+0.03028	+0.02708	+0.02050	+0.01193	+0.00254	−0.00670	13
4	+0.01295	+0.02007	+0.02266	+0.02174	+0.01819	+0.01278	+0.00622	−0.00084	12
5	+0.00745	+0.01262	+0.01555	+0.01637	+0.01530	+0.01258	+0.00855	+0.00356	11
6	+0.00268	+0.00594	+0.00889	+0.01098	+0.01188	+0.01143	+0.00964	+0.00663	10
7	−0.00142	−0.00001	+0.00268	+0.00558	+0.00796	+0.00939	+0.00957	+0.00845	9
8	−0.00487	−0.00526	−0.00312	+0.00015	+0.00357	+0.00647	+0.00769	+0.00905	8
9	−0.00767	−0.00980	−0.00851	−0.00530	−0.00130	+0.00269	+0.00607	+0.00845	7
10	−0.00981	−0.01364	−0.01347	−0.01077	−0.00664	−0.00195	+0.00264	+0.00663	6
11	−0.01128	−0.01676	−0.01801	−0.01626	−0.01248	−0.00749	−0.00195	+0.00356	5
12	−0.01204	−0.01909	−0.02208	−0.02177	−0.01885	−0.01399	−0.00778	−0.00084	4
13	−0.01201	−0.02058	−0.02565	−0.02730	−0.02580	−0.02152	−0.01496	−0.00670	3
14	−0.01110	−0.02112	−0.02865	−0.03286	−0.03339	−0.03023	−0.02366	−0.01420	2
15	−0.00915	−0.02054	−0.03099	−0.03845	−0.04174	−0.04032	−0.03413	−0.02363	1
16	−0.00591	−0.01858	−0.03250	−0.04408	−0.05103	−0.05211	−0.04683	−0.03544	0
	15	14	13	12	11	10	9	8	ΔMの測點 / 單位荷重の作用點