

加治橋の設計について

目 黒 頭 清*

1. 緒 言

加治橋は1級国道7号線，新潟県新発田市早道場地先加治川（図-1 参照）に昭和 34, 35 両年度にわたって架設される橋長 193.50 m，巾員 8.00 m の橋梁である。

加治橋の主径間は連続箱桁にプレストレスを導入した特長ある橋梁である。

2. 橋梁型式の決定の理由

基礎地盤は地表面より深さ 6 m までは砂質ローム層 ($N=10$)，深さ 10 m までは砂質シルト層 ($N=5$)，その下層は密な細砂層と粗砂層の互層よりなっている。

以上のような基礎地盤であるので下部構造は井筒基礎と決定し，深度 12 m 付近の細砂層 ($N=30$) と深度 16 m の粗砂層 ($N=40$) を考慮した。

次に上部構造のスパン割であるが河川断面が中央低水路に対して対称であるので3径間と5径間を考慮した。それから上部構造の型式であるが3径間案では1径間長 65 m 程度となり現在のところ，どうしても下路型式のランガー，ワーレン トラス等となり工費および美観上好ましくなく5径間の上路型式が最良と思われる，中央低水路巾 50 m をひとまたぎする 図-2 のような型式の橋梁とした。

中央3径間を連続箱桁橋とし，側径間を単純桁橋とした。中央3径間の比は $0.75 : 1.00 : 0.75$ とし中央スパンは 55.00 m，側スパンは 41.25 m である。

表-1 は最近の上路型式の橋梁の一覧表であるが，傾向は3あるいは4径間連続型式に移向し，ねじり剛性の大きな箱形断面を使用し，床版と合成しプレストレスを

導入することによつて，より経済的な設計をする傾向に進みつつあるように思われる。

図-1

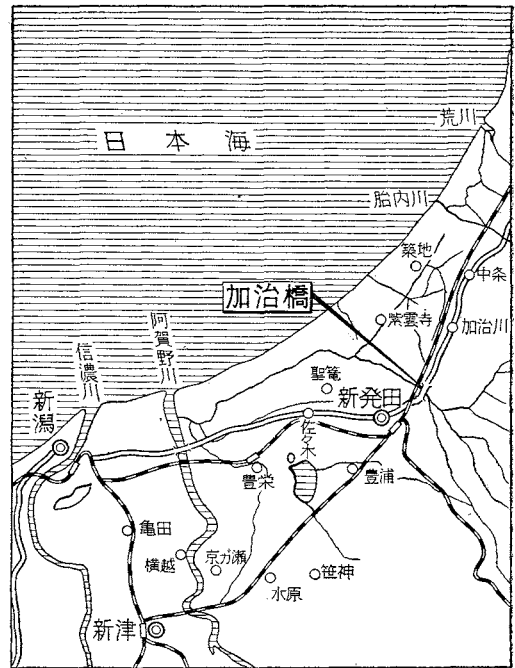


図-2

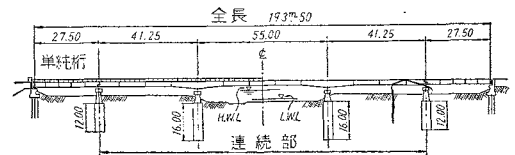


表-1

橋 名	型 式	スパン (m)	巾 員 (m)	主 桁 数	単位鋼重 (kg/cm ²)	備 考
新 代 継 橋	単 純 箱 桁	36.2	6.0	2-Box	243	熊 本
辰 巳 川 橋	活 荷 重 合 成 箱 桁	36.0	2.5+14.0+2.5	2-Box	241	大 阪
大 聖 寺 川 橋	〃	40.75	9.5	2-Box	220	石 川 Neb. 8 mm 使用
筏 橋	単 純 活 荷 重 合 成 桁	24.5	6.0	6-本	139	兵 庫
新 尾 形 橋	〃	35.2	9.5	5-本	213	宮 城
滝 の 湯 橋	〃	37.0	7.0	2-Box	200	北 海 道 (逆 台 形 断 面)
小 山 川 橋	3 スパン 連 続 箱 桁	23.0+40.0+23.0	9.5	3-Box	233	埼 玉 (一 の 橋)
瀬 田 川 大 橋	〃	44.8+55.0+44.8	9.5	2-Box	259	滋 賀
安 部 川 橋	3 スパン 連 続 ゲ ル パ ー 桁	46.6	11.5	4-本	213	静 岡
毛 馬 橋	3 スパン 活 荷 重 連 続 合 成 桁	39.0+55.0+54.5	8.0	4	284	大 阪
猪 名 川 橋	〃	33.4+47.2+35.4	9.7	—	162	兵 庫 H.T. 使用

* 正員 建設省北陸地方建設局道路部道路工事課

3. 競争設計

次のような設計条件のもとで5社に設計を依頼した。

- (1) 型式：連続箱桁橋(中央3スパンのみ)
- (2) 橋長：193.50m
- (3) スパン割：5径間
単純桁 3径間連続桁
 $192.50m = 2@27.50 + 2@41.25 + 1@55.00$
- (4) 巾員：8.00m
- (5) 荷重：1等橋荷重 (L-T 20t)
雪荷重 100 kg/m^2 を見込むこと
- (6) 橋の縦断勾配：0.5%の放物線
橋の横断勾配：2.0%の放物線
- (7) 橋面舗装：厚5cmのアスファルト舗装
- (8) 防水層：厚1cmの防水層を床版上に設けること
- (9) 主桁の腹板厚：9mm厚以上を使用すること
- (10) 適用示方書：
 - a) 昭和31年 鋼道路橋設計示方書
 - b) " 鋼溶接橋設計示方書
 - c) 昭和34年 合成桁設計施工指針
 - d) 昭和30年 プレストレストコンクリート設計施工指針
 - e) 昭和31年 鉄筋コンクリート標準示方書
 - f) 1955 (DIN 1078) ドイツ道路橋合成桁設計標準
- (11) 主径間の箱桁について
 - a) 箱桁断面は必ずしも鋼板でcloseする必要はない(ただし床版を浸透する雨水の処理を完全にすること)。
 - b) 箱桁と床版との合成は、全径間でもよいし部分的でもよい。
 - c) プレストレスの導入は、全径間でもよいし部分的でもよい。
 - d) プレストレスの導入方法は、支点沈下方式、Freyssinet方式、B.B.R.V.方式、あるいはDywidag方式とする。これらの併用もよい。
- (12) 許容応力度について
 - a) 鋼材
 - i) SS 41, SV 34, に対する許容応力度は鋼道路橋設計示方書の規定による。
 - ii) 高張力鋼の許容応力度は城ヶ島大橋設計示方書(案)による。
 - b) コンクリート
 - i) 破壊強度： $\sigma_{28} = 280 \text{ kg/cm}^2$
 - ii) 圧縮応力度： $\sigma_{28}/4 = 70 \text{ "$
 - iii) 引張応力度： $\sigma_{28}/40 = 7 \text{ "$
 - iv) 基本支圧応力度(ジベル前面)： $\sigma_{28}/3.5 = 80 \text{ kg/cm}^2$

- v) その他、せん断応力、付着応力等は合成桁設計施工指針による。
- c) 許容応力度の割増し
 - i) 鋼材については合成桁設計施工指針第15条による。
 - ii) コンクリートについては主荷重と床版コンクリートの乾燥収縮、クリープおよび床版コンクリートと鋼桁との温度差による影響を組合わせた場合。
引張応力度： $\sigma_{28}/10 = 28 \text{ kg/cm}^2$
圧縮応力度：割増し認めず。

本橋のように連続桁にプレストレスを導入した場合、設計は原則的にフルプレストレスであり、コンクリートの引張応力を認めない方針であったが、いろいろ考えた末に若干の引張応力を認めるのが経済的に有利と判断した結果、上記設計条件のようにした。

4. 比較概要

表一2は各社の比較概要で、図一3~7までは曲げモーメント図である。

- 図中———：死荷重、活荷重、雪荷重、後死荷重 P.C.
：支点沈下、支点こう上による曲げモーメント
：クリープによるもの
 - - - - -：乾燥収縮によるもの
 - · - · - · -：温度変化によるもの

連続桁の計算は各社とも変断面計算で、D案は連続格子計算である。

構造上の最大の相違点は1-Boxか2-Boxかであり、連続合成か部分合成かの2点であった。

各社の曲げモーメントを比較すと

- (1) 活荷重+雪については各社ともほぼ同一で側

図一3 曲げモーメント図 A案

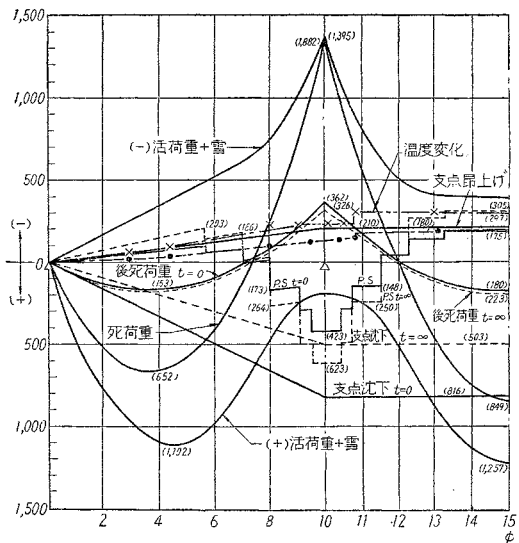


図-4 曲げモーメント図 B案

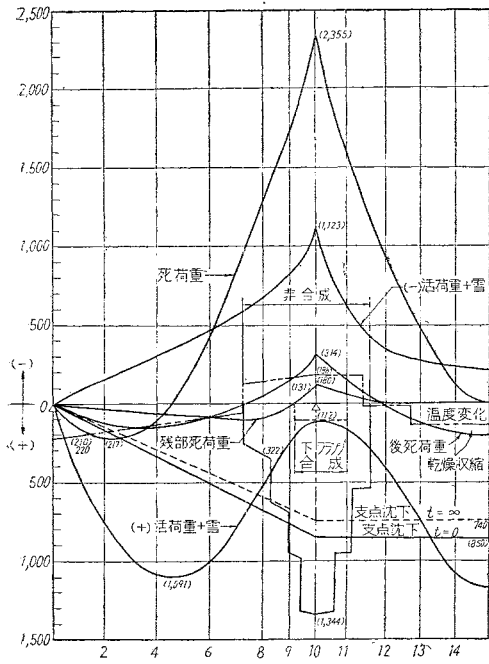
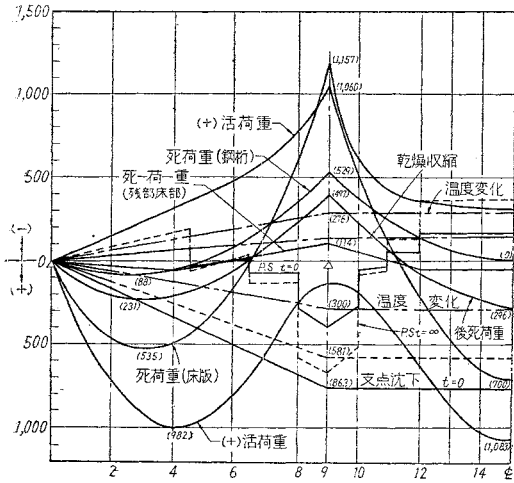


図-5 曲げモーメント図 C案



パン最大曲げモーメント 1 100 t/m, 中間支点上の負の曲げモーメント 1 100 t/m, 中央径間中央点の曲げモーメント 1 200 t/m である。

(2) 死荷重については支点こう上により中央径間中央点の死荷重の全部あるいは一部を中間支点上に移動し、スパン中央部付近の死荷重をてい減する方式を採用しているが、B案の設計は死荷重の全部(非合成部のコンクリートはのぞく)、D案の設計は死荷重の約2/3、E案の設計は死荷重の約1/2、C案の設計は死荷重の約1/3、A案の設計は死荷重の1/4をてい減している。

図-6 曲げモーメント図 D案

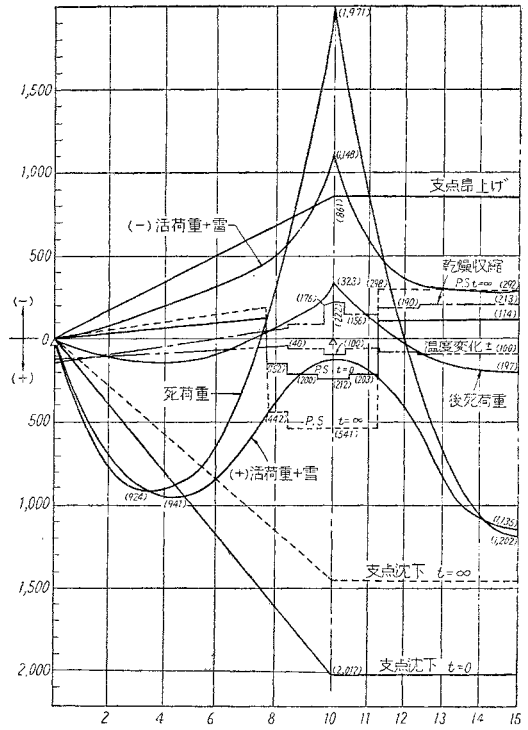
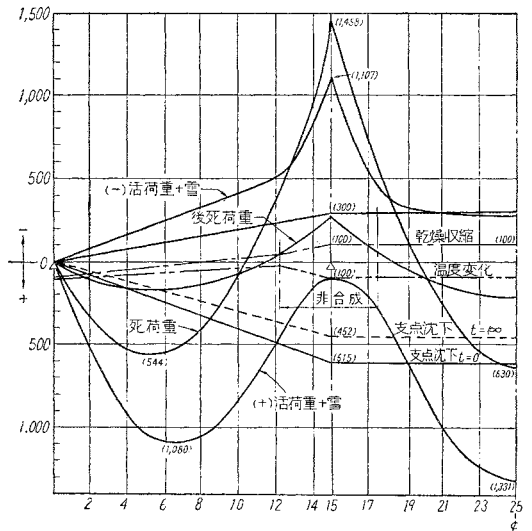


図-7 曲げモーメント図 E案



(3) 支点沈下によるプレストレスは、A, B, C 案はほぼ同一の 850 t/m (中間支点上→中央径間中央点) で D案 2 000 t/m はで最大、E案は最小の 650 t/m の曲げモーメントである。

(4) 中間支点上付近に導入した部分的プレストレスは、A案およびC案の設計では 420 t/m、B案の設計では最大の 1 344 t/m、D案の設計では 212 t/m、E案の設計はプレストレス 0 である。

表-2 各社の

		A 案				B 案				
①		<p>1-Box の Open 断面使用</p>				<p>2-Box の Open 断面で中間支点上付近のみ Close 断面使用</p>				
② 型 式	プレストレストの導入方法	連続合成箱桁 支点沈下方式と中間支点上は床版に Freyssinet 方式 (1150 t) による部分的プレストレスト方式を併用している。				部分合成箱桁 支点沈下方式と中間支点上は箱桁の上フランジに Freyssinet 方式 (2,000 t) による部分的プレストレスト方式を併用している。				
③ 鋼 重	単位面積当り kg/cm ² H.T. (t) SM. SS. 材 (t) Shoe その他 (t) 小 計 (t) P C 鋼線棒 (t)	160 99 65 12.6(+) 176 t 7φ×4.2 t				174 109.6 66.8 14.6(+) 191 t 7φ×5.0 t				
④ 撓 度	中央径間中央点剛度 側径間中央点剛度	3.4 cm 1/1 620 2.8 cm 1/1 470				6.35 cm 1/867 4.13 cm 1/1 000				
⑤ 降伏に対する安全度	中間支点上 中央径間中央点 側径間中央点	3.0 2.4 2.7				2.3 3.1 2.4				
⑥ 床 版	床版厚 (cm) 鉄筋間隔 鉄筋量 (t)	28 (支点上) 22 19φ-10 cm C to C 53				非合成部 17 側スパン 20 中央スパン 28 16φ-8 cm or 10 cm or 15 cm C to C 33				
⑦ 使 用 断 面 (mm)	中間支点上	コンクリート床版	1-Conc 880×220 P C 鋼線 7φ×276				非合成 P C 鋼線 7φ×			
		上 突 縁	2-Flg 500×32 4-Y-Flg 140×9				4-Flg 400×22 2-Flg 1750×10*			
		腹 鉋	2-Web 1800×12 2-Rib 80×8*				4-Web 2100×12 12-Rib 100×9*			
		下 突 縁	11-Rib 120×12 1-Flg 2470×14 2-Flg 1215×14				10-Rib 150×9 2-Flg 1550×9 2-Conc-Flg 1550×500			
	断面2次モーメント (cm ⁴)	鋼桁断面	11.68×10 ⁶				16.8×10 ⁶			
		合成断面	29.63×10 ⁶				21.3×10 ⁶ (下突縁と)			
	中央径間中央点	コンクリート床版	1-Conc 8800×220				1-Conc 8600×280			
		上 突 縁	2-Flg 400×19 4-Y-Flg 140×9				4-Flg 240×12 —			
		腹 鉋	2-Web 1800×9 2-Y-Flg 140×9				4-Web 1600×9 6-Rib 100×9			
		下 突 縁	5-Rib 120×10 1-Flg 2470×13 2-Flg 1215×13				2-Flg 1550×14 —			
断面2次モーメント (cm ⁴)	鋼桁断面	6.3×10 ⁶				4.3×10 ⁶				
	合成断面	24.9×10 ⁶				18.4×10 ⁶				
⑧ 応 力 (kg/cm ²)	中間支点上	主荷重応力	-38.5 +10.9	-12.8 +13.4	+1 048 +1 231	- 737 -1 848	— —	— —	+ 874 + 1 314	- 910 - 1 960
		主荷重+従荷重	-53.5 +25.9	-27.4 +28.0	+ 864 + 1 415	- 888 -2 009	— —	— —	- 1 401 —	— - 2 022
	中央径間中央点	主荷重応力	-42.0 +13.9	-17.6 + 9.0	-1 715 -1 532	+1 391 + 364	-70.0 —	-25.2 —	— —	+ 549 —
		主荷重+従荷重	-54.6 +26.5	-30.4 +21.8	-1 828 -1 369	+1 609 + 146	-76.2 + 9.4	— +14.4	— —	+ 965 —
⑨ 工 費 (側スパンとも、全体見積)		5 656万円				5 729万円				

比較概要

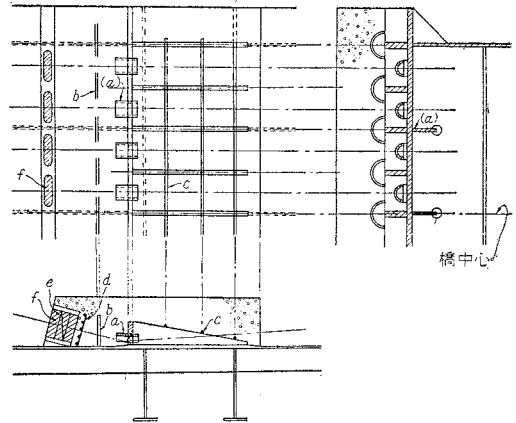
C 案				D 案				E 案			
<p>2-Box の Open 断面で中間支点上のみ Close 断面使用</p>				<p>2-Box の Close 断面使用</p>				<p>1-Box の Open 断面使用, Side は Bracket 使用している</p>			
連続合成箱桁 支点沈下方式と中間支点上は床版にPC鋼棒による (1168 t) 部分的プレストレス方式を併用している。				連続合成箱桁 支点沈下方式と中間支点上は床版にPC鋼棒による (560 t) 部分的プレストレス方式を併用している。				部分合成箱桁 支点沈下方式のみで中間支点上は非合成である。			
166 76.3 96.3 9.4(+) 182 t 27φ×6.9 t				295 0 324 16(+) 340 t 24φ×5 t				212 12.3 206 14.8(+) 233 t なし			
4.95 cm 1/1111 — —				3.13 cm 1/1759 1.89 cm 1/2183				6.87 cm 1/800 2.86 cm 1/1146			
1.67 3.1 2.4				2.58 4.58 3.37				— — —			
25 16φ-12 cm C to C 35				26 16φ-15 cm C to C 31				ブラケット部分 16 19 13φ-9 cm C to C 16φ×9 cm C to C 35			
1-Conc 8600×250 PC鋼棒 27φ×41				1-Conc 8800×260 PC鋼棒 24φ×16				非合成			
2-Flg 1550×10 (2)-Rib 100×8				2-Flg 2400×19 8-Rib 150×10				2-Flg 540×25 2-Flg 500×25			
4-Web 1900×10 8-Rib 100×8*				4-Web 1800×12 4-Rib 150×10				2-Web 2140×12 7-Rib 120×16			
6-Rib 120×10 2-Flg 1550×22				8-Rib 150×10 2-Flg 2500×25				7-Rib 160×16 1-Flg 2400×19 2-Flg 1100×19			
11.5×10 ⁶ 32.1×10 ⁶				21.7×10 ⁶ 46.9×10 ⁶				18.3×10 ⁶ (20.6×10 ⁶)			
1-Conc 8,600×250				1-Conc 8800×260				1-Conc 8600×190(160)			
4-Flg 410×10 4-Rib 100×8				2-Flg 2400×19 8-Rib 150×10				2-Flg 340×25 —			
4-Web 1,900×9				4-Web 1800×9 4-Rib 150×10				2-Web 2140×9			
4-Rib 100×8 2-Flg 1,550×18				8-Rib 150×10 2-Flg 2,500×28				7-Rib 160×10 1-Flg 2,400×16 2-Flg 1,100×16			
8.2×10 ⁶ 27.1×10 ⁶				22.2×10 ⁶ 48.2×10 ⁶				9.3×10 ⁶ 35.1×10 ⁶			
σ_b^0	σ_b^u	σ_{st}^0	σ_{st}^u	σ_b^0	σ_b^u	σ_{st}^0	σ_{st}^u	σ_b^0	σ_b^u	σ_{st}^0	σ_{st}^u
-19.6 -7.2	-25.5 -0.1	+1530 +1127	-1603 -1856	-31.8 -2.9	-24.7 -8.2	+474 +884	-572 -1219	—	—	+2085	-1.178
-23.4 +11.0	-27.6 +2.1	+1545 +1142	-1672 -1925	-30.3 -1.4	-23.7 -8.2	+520 +930	-650 -1297	—	—	+2233	-1.281
-60.2 +7.1	-20.1 +5.3	-1251 -1389	+1844 +661	-29.5 +1.6	-13.5 +4.0	-625 -324	+802 +231	-50.0	+3.0	-1234	+1132
-64.3 +11.2	-22.2 +7.4	-1266 -1404	+1928 +745	-28.2 +6.2	-12.5 +4.9	-589 -288	+756 +185	-60.0	+13.0	-1407	+1224
5943.5万円				8773.5万円				6263.5万円			

5. 結 論

設計の構想の最良の案はB案で、断面は2-Boxを使用し、曲げモーメントの正の区間は床版と合成して支点沈下方式によつてプレストレスを導入し、曲げモーメントの負の区間（中間支点上付近）は鋼桁上フラジに Freysinet 方式（図-8）によつて部分的プレストレスを導入し、しかるのち下フランジ（箱桁の底面）にコンクリートを打ち合成したものである。

各社の設計を比較するとそれぞれ長所短所がある。まず断面については床版と合成するなら結合箇所が多い方が好ましいので1-Boxより2-Boxの方が優れている。次に連続合成か部分合成かの問題であるが、断面2次モーメントの急変をさける意味において連続合成の方がよいように思われる。支点沈下方式によるプレストレスはコンクリート床版の厚さおよび許容圧縮応力 70 kg/cm^2 の制限を受け経済性を無視しないかぎ大きなプレステ

図-8



スを導入することはできない。

鋼桁とコンクリート床版と結合しているジベルの問題は研究する必要があるように思われた。

特 許 法 改 正 に つ い て

4月1日から40年ぶりに改正された新しい特許法が施行されているが、とくに“特許出願前に学会等で発表した発明の新規性と学会等の指定について”の周知方を日本学術会議第5部長より依頼があつたので要点をお知らせする。

1. 特許出願前に学会等で発表した発明の保護

この4月1日から新しい特許法が施行された。新特許法は約40年ぶりの改正であるため多くの改正点を含んでいるが、そのうちの重要なものとして発明の新規性についての改正がある。いうまでもなく発明が新規であることは特許を受けるための要件である。そして発明が新規であるかどうかはその発明についての特許出願の時を基準にして判断し、それ以前に発明が刊行物⁽¹⁾に記載され、またはその他の手段で公知となつた場合は新規性がないとするのが建前である。従つて研究者が自己の発明を研究成果として特許出願前に刊行物に発表し、または学会等で発表した場合においても、前記の建前からいつて新規性はないのである。

旧特許法はこの建前を厳守していたが、新特許法は、研究発表の重要性にかんがみ、次に述べる条件で例外を認めることとした。すなわち、発明者（または発明者から特許を受ける権利を承継した者）が特許出願前にその発明を刊行物に発表し、または特許庁長官が指定する学術団体が開催する研究集会において文書をもつて発表することにより、その発明を公知にした場合に、その公知にした日から6月以内にその者が特許出願⁽²⁾をしたときは、その発明は新規なもの⁽³⁾とみなすこととした（第30条第1項）。

なお、以上の規定は、実用新案法で準用しているのので、実用新案においても特許の場合と同様に扱われる。

注

- (1) 旧法（第4条）では刊行物は日本国内において頒布されたものに限られていたが、新法（第29条第1項）では日

本国内のみならず外国において頒布された刊行物をもふくめることになった。

- (2) この特許出願には上記の規定の適用を受けようとする旨を記載した書面を同時に提出し、またその発明が前述のようにして発表された発明であることを証明する書面を出願の日から30日以内に提出しなければならない（第30条第4項）。
- (3) 「新規なもの⁽³⁾とみなす」とはその発明を公知にした日まで出願日がさかのぼるという意味ではない。従つて、このような例外規定が新たに設けられたとはいえ特許出願は今後もできるだけ早くすることが望ましい。

2. 学会等の指定手続

上記のように研究集会での発表について新規性の例外が認められるのは、特許庁長官が指定する学術団体だけであること、および学術団体がこの指定を受けるためには、一定の手続が必要であることは注意を要する。この指定を受けるための手続としては、この3月8日に制定された特許法施行規則に次のように規定されている。

1. 指定を受けようとする学術団体は所定の様式による指定申請書（後述）を特許庁長官に提出し、かつ申請書にその学術団体の定款またはこれに準ずるものおよび発行している機関誌紙を添付しなければならない（第19条）。
2. 特許庁長官は前記申請書を受理したときは、その学術団体の定款またはこれに準ずるもの、発行している機関誌紙、構成員、研究集会の開催計画その他必要な事項について審理し（第20条）、その結果をその学術団体に通知する。指定をした場合はその旨を特許公報に掲載する（第21条）。
3. 学術団体の指定申請書の様式は次のとおりである（省略）。

備考：2項に関しては土木学会は、ただちに学術団体指定申請書の特許庁長官あてに提出した。