

# 鐵筋콘크리트 單純스라브橋의 設計모우멘트의 比較研究

## A Study on the Design Moment of Simple Slab bridge of Reinforced Concrete

吳 武 泳\*  
Moo Young Oh

### Summary

Agricultural road bridges are mostly constructed with simple slab structure. We can't get any standard results in designing of them, while we don't have authentic specifications yet.

Up to the present, Japanese and AASHO codes have been used, but they didn't bring perfect details in design. In this report, I am going to study the distribution and maximum moment of truck load on the road surface to put in order some specifications of the simple slab bridge.

Truck load presents D load, which is effect on the simple slab bridge, and lane load.

D load is provided into wheel loads which is distributed on the effective width E as a concentrated load to work on one point. Max load acting into one meter of slab is E.

Being the main reinforcement parallel to traffic, the effective width E is as follows;  $E=1.2+0.06S$

In this formula, E should be equal or smaller than 2.1m, and in the span for moment.

$$\text{Max. moment } M = \frac{1}{E} \frac{PS}{4}$$

In Japanese specification, Max. moment of the simple slab bridge is  $H=1.8s+0.5(t \cdot m)$ , for the span is 3.0~10.0 meter. As we compare with another specifications, Max. moment has variety to increase to span length of slab shown in fig 1.

### I. 序 論

농촌개발을 위해 農業用水開發事業 또는 耕地整

\* 忠北大學

理事業등을 시행하면서 우리는 農業道路의 중요성을 인정하고 있다. 앞으로 농촌의 都市化를 위해 개발이 필요하게 될 것이며 農業道路는 농촌생활과 생산을 위하여 보다 합리적인 계획을 수립 하여야 할 것이다.

이와같은 農業道路는 많은 用水路와 排水路를 건설하게 되며 많고 적은 규모의 橋梁이 필요하다. 그래서 대부분의 橋梁은 單純鐵筋콘크리트 스투브橋가 이용된다.

스라브橋는 그 構造가 가장 간단한 것이지만 지금까지 設計된 스투브橋를 보면 같은 목적과 荷重 조건 아래서도 그 설계결과와 部材斷面이 설계하는 사람에 따라 차이점을 보여주는 경우가 많았다. 이와같이 통일된 합리적인 基準이 없는 設計는 많은 경제적 손실을 남기고 있다.

지금까지 많이 이용되고 있는 설계기준은 日本鋼道路橋示方書와 鐵筋콘크리트橋示方書, 그리고 AA SHO의 美國公道路橋示方書, 또 韓國鋼道路橋示方書 등이 있다. 본 논문에서는 이같이 주어진 자료를 정리하고 비교검토하여 보고자 한다.

### II. 活荷重

일반道路橋에 작용하여 應力을 일으키는 荷重에는 死荷重, 活荷重, 충격荷重, 風荷重, 溫度변화의 영향등 여러가지가 있으나 이들 전부가 동시에 작용하는 것은 아니다. 보통 橋梁設計에는 死荷重, 活荷重, 충격荷重의 영향을 항상 고려해야 한다.

鐵筋콘크리트 스투브橋의 設計荷重으로는 死荷重, 活荷重, 충격荷重에 의해서 스투브의 部材斷面이 결정되며 그 밖의 荷重은 그 영향을 필요에 따라 검토하게 된다.

溫度변화에 대한 應力은 靜定構造物에서 그 영향이 크게 나타나는 예로 들면 아치橋 또는 라멘橋에서 주요한 設計문제가 될 것이다.

道路橋에서 종래의 活荷重은 모든부분을 自動車, 로울러, 群來荷重 등에 대하여 設計했으나 自動車荷重이 커진 현재로서는 自動車荷重 이외의 다른것은 고려할 필요가 없다.

韓國鋼道路橋示方書 8條 活荷重의 規定은 標準트럭荷重(D荷重과 DB荷重) 또는 車線荷重, 步道荷重으로 되었다.

標準트럭荷重은 2개의 車軸을 가지는 일반트럭을 D荷重, 그리고 Semi-trailer를 연결한 3개의 車軸을 가진 트럭을 DB荷重으로 했는데 DB荷重은 큰徑間

에서 그 영향이 크고 작은 徑間에서는 D荷重이 적당하게 되는데 대부분의 單純스라브橋에서 D荷重으로 設計荷重을 사용하여 最大應力을 일으킨다.

日本規定은 標準트럭荷重을 T荷重으로 표시하고 있는데 이것은 D荷重과 마찬가지로 트럭荷重이나 D荷重보다 약간 크게하고 있다.

橋梁等級에 따르는 標準트럭荷重의 設計標準은 表-1과 같은 차이점을 보이고 있는데 우리示方書 規定의 값은 AASHO 標準과 같다.

表-1. 標準 트럭 荷重

橋의等級	示方書	荷重	總荷重 W t	前輪荷重 0.1W.kg	後輪荷重 0.4Wkg	前輪帶幅 b <sub>1</sub> cm	後輪帶幅 b <sub>2</sub> cm	車接地輪長 a cm
1等橋	한국	D-18	18	1,800	7,200	12.5	50.0	20
	일본	T-20	20	2,000	8,000	12.5	50.0	20
2等橋	한국	D-13.5	13.5	1,350	5,400	9.0	37.5	20
	일본	T-14	14	1,400	5,600	12.5	50.9	20
3等橋	한국	D-9	9	900	3,600	6.0	25.0	20
	일본	—						

車道에서 최소한의 왕복하는 일정한 크기의 自動車가 일정速度로 안전하게 잇달러 지날수 있어야 하는데 이때의 車道가 2車線道路이며 1臺分の 폭은 1車線이된다.

車線荷重은 1車線幅 全面에 分布하는 等分布荷重과 車線에 직각방향의 1車線위에 분포하는 線荷重의 合計인 集中荷重으로 성립된다.

본 規定은 1等橋, 2等橋, 3等橋에 따라 각각의 車線荷重을 規定했는데 이것은 日本의 規定과는 그 方法에서 부터 상당한 차이점을 나타내고 있다.

그런데 單純스라브橋의 設計에서는 車線荷重보다 트럭輪荷重에서 最大應力을 일으키므로 車線荷重을 고려할 필요는 없다.

車線荷重이나 標準트럭荷重은 3m폭을 점령하는데 이것은 최소한의 폭을 말하는 것이고 각 橋梁의 車道幅 Wc에 따라 表-2에서 그 橋梁의 車線數 N가 정해 지는데 실제의 1車線幅은

$$W = \frac{Wc}{N}$$

로 정해진다.

여기서 산출되는 1車線幅내에는 車線荷重이나 標準트럭荷重을 하나씩 載荷시킨다. 全橋梁을 통해 1車線안에 트럭荷重을 여러대 놓을수 있을듯 하나 1

臺만을 놓는다. 이것은 특별히 큰 트럭을 생각하였으므로 이렇게 큰것이 연달아 있을수는 없다는 뜻이 된다.

그러나 1車線에 1臺씩 트럭이 並行하는 것을 고려해야 된다.

表-2. 車道幅과 設計車線數 (示14條)

Wc	N	Wc	N
6.0~9.0	2	23.4~27.0	7
9.0~12.6	3	27.0~30.6	8
12.6~16.2	4	30.6~34.2	9
16.2~19.8	5	34.2~37.8	10
19.8~23.4	6		

### III. 集中荷重의 分布와 輪모우멘트

集中荷重을 받고 있는 鐵筋콘크리트構造物은 單一體이거나 또는 한 單位로서 함께 작용한다.

한개의 車輪이 널판마루를 굴러갈때에 각 널판은 차레로 全荷重을 지지해야 한다. 이와는 반대로 한개의 車輪이 鐵筋콘크리트 스라브에서 굴러갈때 그 車輪은 얇은 접시모양으로 스라브를 국부적으로 휘

에서는 主鐵筋이 車輛進行方向에 平行일 경우인데 게하며 이 휨은 스타브를 따라서 車輪과 함께 움직인다.

그러므로 하나의 스타브帶는 그위에 사실상 車輪이 없어도 휘어져 있게 된다. 그 車輪이 어떤 특정한 스타브帶를 지나갈때의 휨은 증가하지만 單位幅 1m의 스타브帶는 다른帶의 도움없이 車輪荷重을 전부 받지는 못한다.

즉 車輪荷重은 有効幅 E에 分布되었다고 함으로서 最大로 載荷된 1m帶의 모멘트는 車輪荷重의  $\frac{1}{E}$ 로 발생된다.

AASHO는 그 公路橋標準示方書에서 單一車輪荷重을 지지하는 스타브의 有効幅 E를 規定했는데 이는 더이상 계산하지 않고도 전반적인 設計가 多輪荷重에 대해서 안전하게 되어있다.

韓國鋼道路橋示方書는 이와같은 理論에 근거하여 AASHO 規定에 따른것이다.

韓國鋼道路橋示方書 26條는 鐵筋콘크리트 스타브의 主鐵筋이 車輛進行 방향에 直角일때의 有効幅 E를 다음과 같이 하고있다.

스타브의 支間S가 0.6~7.3m에서 單位 m當 最大 모우멘트는

$$M = \frac{SP}{4E}$$

$$= \frac{S+0.6}{9.6} P$$

$$\therefore E = \frac{2-4}{S+0.6} S$$

가 되는데 連續스타브의 正, 負모우멘트는 위의 값의 80%가 된다.

여기서 P는 한개의 後輪荷重이다. 有効幅 E는 거리에 따라서 表-3과 같이 증가 한다.

表-3. 主鐵筋이 차량진행 방향에 직각일때의 有効폭 E

S(m)	1	2	3	4	5	6	7
E(m)	1.5	1.85	2.0	2.08	2.14	2.18	2.21

스타브의 主鐵筋이 車輛進行방향에 平行일때의 有効幅E는 다음과 같다.

$$E = 1.2 + 0.06S$$

여기서 E는 2.1m 以下이어야 한다.

單位 m當 最大모우멘트는

$$M = \frac{S \cdot P}{4E}$$

가 된다.

그리고 連續스타브에 대한 모우멘트는 적합한 理論

主鐵筋이 車輛進行 방향에 平行일때의 有効幅 E는 表-4와 같이 거리에 따라증가한다.

表-4. 主鐵筋이 차량진행 방향에 平行일때의 有効폭

S(m)	2	4	6	8	10	12
E(m)	1.32	1.44	1.56	1.68	1.80	1.92

日本鋼道路橋示方書 19條에 의하면 鐵筋콘크리트 單純스타브에서 支間S가  $2m < S < 4m$  일 때 主鐵筋이 車輛進行 방향에 直角이면 單位 m當 最大모우멘트는

$$M = \frac{0.5P(S-1)}{S+0.4}$$

가 된다.

그리고 主鐵筋이 車輛進行방향에 平行이면 單位 m當 最大모우멘트는

$$M = \frac{0.25PS}{1.35}$$

가 된다.

앞의 식에서부터 스타브의 支間이 3.0m~10.0m이고 橋幅이 3.25m~12.70m의 경우 T荷重에 대한 스타브支間 中央의 單位 m當 最大휨모멘트를 구하면 다음과 같은 식이된다.

1等橋의 경우(충격하중 포함)

$$M = 1.8S + 0.5 \text{ ton-m/m}$$

2等橋의 경우

$$M = 1\text{等橋의 } 70\%$$

여기서 S=支間(m)

앞의 식은 日本鐵筋콘크리트橋示方書 4.1條의 規定인데 이 公式로 鋼橋示19條의 主鐵筋이 平行일 경우  $M = \frac{0.25 PS}{1.35}$ 에 의한 것이며 충격하중계수

$i = \frac{20}{50+S}$ 를 가산하여 구한 最大모우멘트 값이 된다.

지금까지 휨모우멘트에 대한 스타브斷面設計를 논했는데 支點부근의 集中荷重으로 인한 파괴에 대해서는 AASHO示方書는 모멘트에 대해서 설계된 스타브斷面은 부차응력이나 전단응력에 대해서 안전하다고 지적되어 있다.

이것은 스타브斷面 두께에 비하여 스타브幅은 대단히 큼으로 斜引張파괴는 생각할수 없기 때문이다

### III. 最大휨모멘트의 比較

單純스타브橋에서 活荷重은 D荷重을 사용하는데 橋梁의 等級別 D荷重은 表-1과 같이 D18, D13.5, D9가 된다. 계산에 사용되는 公式은 單純스타브橋

示方書 26條의

$$M = \frac{S \cdot P}{4E}$$

와 日本示方書 19條의

$$M = \frac{0.25 S \cdot P}{1.35}$$

가 된다.

이 식 가운데 P는 똑같이 D荷重을 사용하고 有効幅  $E=1.2+0.06S$ 가 된다. 그리고 橋梁에는 活荷重에는 충격하중을 가산해야 한다.

충격하중계수 공식은

$$i = \frac{20}{50+S}$$

이며 이것은 日本規定과 같다.

이식 가운데 S는 모멘트계산 支間이다. 충격하중

方式 예를들면 모멘트분배법으로 계산해야 한다. 계수는 表-5와 같이 支間 S에 따라 변한다.

表-5. 충격하중계수

S(m)	2	4	6	8	10
i	0.385	0.371	0.357	0.345	0.334

單純스라브橋의 最大모멘트식은 충격계수를 포함하여 다음식과 같이된다.

$$\text{한국규정 } M = \frac{S \cdot P}{4E} (1+i)$$

$$\text{일본규정 } M = \frac{0.25 SP}{1.35} (1+i)$$

앞의식을 계산하면 각각 表-6, 表-7과 같이된다.

表-6.

$$M = \frac{P \cdot S}{4E} (1+i) \quad t-m/m$$

S(m)	2	4	6	8	10
0.25 S/1.35	0.37	0.74	1.11	1.48	1.85
(0.25S/1.35)(1+i)	0.51	1.01	1.51	1.99	2.46
M9 (t-m)	1.84	3.64	5.43	7.26	8.86
M13.5	2.76	5.45	8.15	10.80	13.30
M18	3.67	7.28	10.90	14.30	17.70

表-7.

$$M = \frac{0.25 P \cdot S}{1.35} (1+i) \quad t-m/m$$

S (m)	2	4	6	8	10
S/4E	0.378	0.694	0.963	1.19	1.39
(S/4E)(1+i)	0.523	0.951	1.31	1.60	1.85
M9 (t-m)	1.88	3.42	4.71	5.75	6.67
M13.5 "	2.82	5.13	7.06	8.64	10.00
M18 "	3.74	6.85	9.43	11.51	13.35

이와같은 계산치를 비교하기 위해 圖表를 만들면 그림 1과 같다.

그림은 스투브의 支間에 따라 橋梁의 等級別 最大모멘트를 표시하고 있으며 또 日本示方書規定과 비교가 된다. 圖表에서 曲線으로 나타낸것은 한국규정이되어 피선의 직선은 일본규정에 의한 결과다.

### V. 結 論

1. 活荷重을 道路橋設計에 적용하는데 있어 T荷重을 많이 적용해 왔는데 이것은 D荷重과 약간의 차이를 갖고 있으므로 수정을 요한다.

2. 콘크리트 스투브面에서 트럭輪荷重분포에 따

하여 設計者에 따라 단순한 應力分布를 고려했으나 이것은 극부적인 晷을 고려하지 못한것이였다. 車輪荷重分布의 有効幅E를 사용해서 集中荷重 p를 單位m當  $\frac{P}{E}$ 의 荷重을 적용해야 할것이다.

3. 單純스라브橋에서 같은 D荷重을 적용할 경우 일본규정과 한국규정은 支間이 증가할수록 큰 차이를 보여준다. 즉 그림 1과 같이 일본규정은 支間이 2.0m~4.0m 범위에서 한국규정과 같으며 직선 변형을 보이고 있다. 한국규정은 유효폭E에 의해서 支間の 증가에 따라 曲線형으로 경사도가 점점 적어진다. 이 곡선은 실제에 적합한 계수를 보여주고있는것이다.

그림 1은 실제設計에 필요한 圖表가 될것이다.

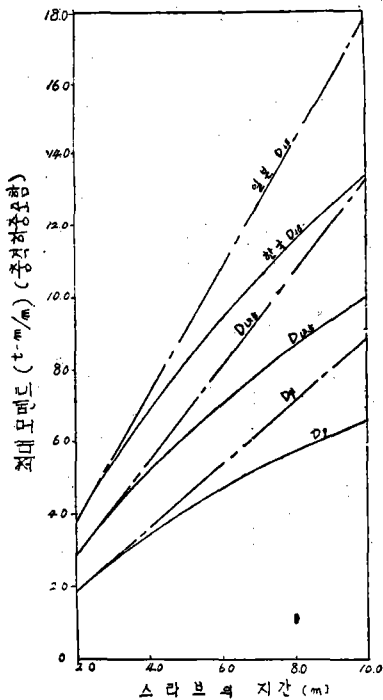


그림 1. 단순 1방향 슬라브교의 최대모멘트

參 考 文 獻

- (1) 牧直, 各種道路橋設計例集(1965)
- (2) 日本鋼道路橋設計示方書 (1964)
- (3) 鐵筋콘크리트道路橋設計示方書 (1964)
- (4) 河村協, 鐵筋콘크리트道路橋設計 (1964)
- (5) 松崎彬磨, 슬라브橋의設計 (1968)
- (6) 高田武雄, 橋リョウ構造物設計 (1966)
- (7) 土木學會, 鋼道路橋標準示方書 (1964)
- (8) PHILM. FERGUSON, 鐵筋콘크리트設計法 (1965)
- (9) AASHO Standard Specification for Highway Bridge (1961)
- (10) 清野茂次, 丁桁橋の設計 (1968)
- (11) 橋梁工學 (徐英甲)

새마을 技術奉仕團發起趣旨文

우리 科學技術人들은 全國 방방곡곡에 펼쳐지고있는 새마을 運動에 呼應하여 祖國近代化의 隊列에서 落後된 農漁村의 生活水準과 文化水準을 向上시키는데 必要한 科學技術上의 支援을 다하기 爲하여 科總會員 여러분들의 積極的인 參與를 얻어 오늘 “科學의 날”을 期하여 “새마을 技術奉仕團”을 結成코저 한다. 우리의 農漁村은 오랜 慣習으로 因하여 日新月步하는 科學技術의 革新時代에도 不拘하고 舊態依然한 非科學的인 技法으로 生活를 營爲하고있다.

우리들 科學技術人들은 이러한 狀態를 傍觀할 수 없어 이에 그들의 새마을 事業을 돕기 爲하여 그들이 願하는, 或은 그들이 必要한 科學技術에 關한 知識을 提供하며 그들이 해결하기 어려운, 或은 不知不識間에 看過하기쉬운 科學技術上의 問題들을 指導하며 所得增大에 寄與하고저 한다.

우리는 農漁村民의 生活를 科學技術的인 面에서 改善하고 보다 明朗하고 보다 衛生的이며 보다 經濟的인 文化生活를 向上시키기 爲해서이다.

이제 우리들의 이러한 活動이 祖國의 發展과 國民의 福祉向上에 크게 寄與할 수 있기를 期待하면서

새마을 技術奉仕團의 結成을 發起하는 것이다.

1972년 4월 21일

第7回 全國科學技術者大會  
表代 金 充 基