

محمد يوسف

الجامعة التكنولوجية

مشروع مقدم الى قسم هندسة البناء والانشاءات

فرع هندسة الطرق والجسور

لنيل شهادة البكالوريوس

2011

## Design of a Deck-Girder Bridge



اعداد الطالب : احمد جمال صيار

الاستاذ المشرف : ا.م. علاء مهدي الخطيب

2011

## الاهداء

الى حبيبتي احفظ لها في القلب كل زاويه .....  
الى من تحملت عبء السنين الماضيه .....  
الى من امضت حياتها تضحيه اثر تضحيه .....  
الى من تفرح لفرحي ولحزني تبقى باكيه .....  
الى من بدعائها فتحت لي ابواب السماء .....

أمي الغاليه

الى من علمني فامعن في تعليمي ورباني فاحسن في تربيته ...  
الى من بذل ولم يتوانى واعطى ولم ينتظر .....  
الى من ذلل المصاعب وهون علي التاعب .....  
الى مهذب افكاري ومسدد خطواتي .....

أبي الغالي

الى اللذين يريدون سعادتني .....  
واللذين قضيت معهم اسعد واجمل ايام العمر .....  
الى اقرب الناس واحبهم الى نفسي .....

اصدقائي الاعزاء

## شكر وتقدير

الحمد لله خالق السموات والارض و الشكر له  
اولا واخرا اتشرف في نهاية هذا العمل  
المتواضع ان اتقدم بالشكر الجزيل وخالص  
التقدير والامتنان الى **الاستاذ الفاضل علاء  
مهدي الخطيب** لما بذله من جهود ومساعدته  
وتوجيهه اثناء فترة العمل والبحث وانجاز هذا  
المشروع واخرجه بهذا الشكل .

ويسعدني جدا ان اقدم شكري وامتناني الى  
جميع اساتذة **قسم هندسة البناء والانشاءات** و  
الى السيد رئيس القسم واساتذتي في مرحلة  
**البكلوريوس** اللذين زرعوا فينا حب العلم  
والمعرفة والتطلع الى مستقبل مشرق زاهر.

# الفهرست

## الصفحة

١	١-المقدمة	•
٢	١-١ الفصل الاول (تحميل الجسور)	•
٤	٢-١ ملحق الفصل الاول (انواع الاحمال وتوزيعها وفق مواصفات ال AASHTO)	•
١٤	٢-٢ الفصل الثاني ( مثال عن تصميم وتحليل جسر بفضاء مقدره ٨٢ قدم (٢٥)	•
١٥	١-٢ Deck Slab Design	•
١٩	٢-٢ تصميم الروافد الداخليه (Design of interior girders)	•
٢٠	١-٢-٢ Dead load moment	•
٢١	٢-٢-٢ Live load moment	•
٢٣	٢-٢-٢ Impact moment	•
٢٤	٤-٢-٢ Dead load shear	•
٢٤	٥-٢-٢ Live load shear	•
٢٥	٦-٢-٢ Determination of cross section and steel area	•
٢٧	٧-٢-٢ تسليح بدن الرفاد لمقاومة اجهاد القص (Web reinforcement)	•
٣٢	٨-٢-٢ تصميم الرفادان الخرجيان (Design of exterior Girders)	•
٣٤	٣- المخططات	•
٣٦	٤- الاستنتاجات	•



# 1- المقدمة

غالبا ما نستخدم في العراق جسور من نوع البلاطة-الرافد (Deck-Girdr Bridge) وتتألف من روافد كونكريتية مسبقة الصب ومسبقة الاجهاد ولها مقطع عرضي يشبه الحرف (i) بالانكليزي وتتراوح اطوالها من 10- 15- 20 ..... ولغاية 24 متر . وتبرز من الجبهه العليا لهذه الروافد قضبان حديديه تاخذ شكل حرف (U) باللغه الانكليزية مقلوب وتسمى بروابط القص (Shear connector) الغايه منها ضمان الترابط الكامل بين هذه الروافد وبلاطة منصة الجسر وتمنع الانزلاق ما بينهما، وبالتالي يتحقق الفعل المركب للمنشأ اي بعبارة اخرى تعمل منصة الجسر على انها سلسله من المقاطع الانشائية المترابطة وكل منها على شكل حرف (T) باللغه الانكليزية ويمتاز هذا النوع من التنفيذ ببعض المحاسن ومنها سرعة التنفيذ وكذلك العمق القليل نسبيا . وتوضع الروافد المذكوره بصوره متوازيه وتتباعده عن بعضها البعض بمساف لا تزيد عن 90 سم بين مراكزها وذلك حسب شروط الشركات المنتجه لهذا النوع من الروافد .

رغم بعض المحاسن المذكوره اعلاه لهذا النوع من التنفيذ للجسور في العراق توجد هناك مساوي لها واهمها التقييد باطوال الروافد المسبقة الصب والتي لم يتجاوز طولها لحد الان 24 متر وبعمق كلي مقداره 1.4 متر .

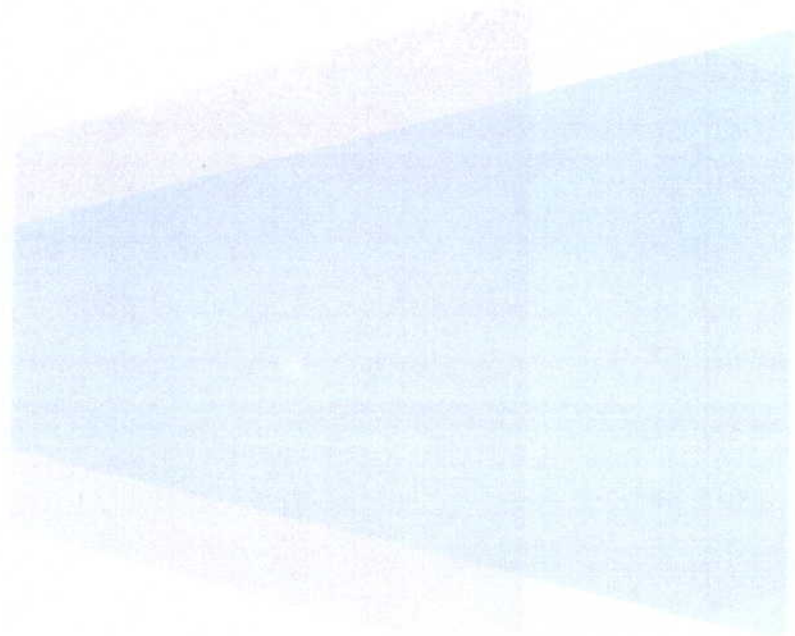
يتضمن مشروعنا هذا التحليل والتصميم الكاملين لجسر كونكريتي مسلح من نوع البلاطة - الرافد وبطول مقداره 25 متر . باعتقادنا ان هذه الطريقة تجعل مهندس الجسور يشعر بالمرونه في تصميم وتنفيذ الجسور وفق الطول الذي يحدده الموقع ويسهل عليه تصميم المقتربات والتقاطعات لكي يكون التصميم ملائم للموقع اضافه الى ذلك نرى ان هناك خبرات تنفيذيه جيده في العراق ضمن اعمال الكونكريت المسلح والتي قد تثمر عن توفير في الكلف المطلوبه لتنفيذ الجسور مقارنة مع الروافد الكونكريتية المسبقة الصب والمسبقة الاجهاد الباهضة الكلفه والتي تتطلب استخدام ضفائر (Tendnos) وكونكريت ذو مقاومة انضغاط عاليه يتم الوصول لها باستخدام بعض المضافات وباستخدام اسلوب المعالجه بالبخار .

اخيرا يمكن اعتبار مشروعنا هذا كدليل لمهندس الجسور حول كيفية تحليل وتصميم الجسور الكونكريتية المسلحة المنفذه.

قسم هندسة البناء والإنشاءات

# الفصل الأول

تحميل الجسور



## تحميل الجسور

تتميز الجسور عن باقي المشات بتعرضه لآنواع عديدة من الاحمال بعضها شاقوليه واخرى طوليه وكذلك احمال عرضيه ، لذا على المهندس المصمم ان ياخذ بنظر الاعتبار التداخل المتوقع لهذه الاحمال حسب طبيعتها واتجاهها ويحلل الجسر وفق التشكيله التي تشكل الخطوره القصوى للجسور . ( وفي هذا الفصل ملحق يشمل انواع الاحمال وتوزيعها وفق مواصفات ال (AASHTO).

في هذا الفصل نود التركيز على الاحمال الحيه المؤثره على الجسور وذلك لما لها من تعقيد حيث انها تتكون من مرور شاحنات ذات حمولات مختلفه وقياسات متغيره من ناحية احجام هذه الشاحنات وعدد المحاور التي تستند عليها حيث ان بعض الشاحنات يكون لها محورين واخرى يكون لها عدد اكبر من المحاور قد يصل الى خمسة او ستة محاور . كذلك يمر على الجسور تجمعات من الاشخاص كما في حالة المسيرات او التضاهرات او الاستعراضات وهذه الحركات تسلط احمال حرجه للجسور.

في الحاله الواقعيه توجد ما لا نهايه من الاحتمالات لتشكيله الاحمال الحيه المسلطه على جسر ما، حيث لا يمكن تحديد موقع او اتجاه او سرعه او حجم او حمولة هذه الاليات او الاشخاص بدقه على الجسر. فعلى سبيل المثال عندما تتوقف حركة المرور على جسر ما بسبب الازدحام تتوقف العجلات بصوره متقاربه عن بعضها البعض مما يشكل حاله حرجه انشاعيا تسمى **critical static life loading** وفي حاله انسياب المرور تتباعد العجلات عن بعضها البعض بسبب مرورها بسرعه معينه فتقل الاحمال على الجسور نسبيا لكنها تشكل حاله حرجه ايضا تسمى **criticaldynamic life loading**. ويضاف لها احمال الصدم **impact load** حيث ان العجلات الماره بسرعه معينه تسلط اكبر من الوزن الفعلي للعجلات لذا على المهندس الذي يجري عملية التحليل الانشائي ان ياخذ كافة هذه العوامل بنظر الاعتبار عند اجراءه الحسابات المطلوبه.

كما نود الاشاره الى ان مرور الاشخاص على الجسور يسلط احمال عاليه ربما تفوق بعض الاحيان الاحمال التي يسلطها مرور العجلات على جسر ما . واذا اخذنا بنظر الاعتبار ان مرور الاشخاص وفق نسق معين كما في حاله

الاستعراضات العسكرية او المسيرات الجماهيرية تسبب اهتزازا على الجسور وقد ادت في بعض الاحيان الى انهيار بعض الجسور.

اضافه لما ورد اعلاه حول الاحمال العديده من الاحمال المسلطه على الجسور لابد من الاشاره الى ان الجسور بذاتها تختلف اختلافا كبيرا عن بعضها البعض ومن النادر ربما لا يوجد جسر يشبه جسر اخر بصوره متكامله فحتى الجسور المشاه على طرق المرور السريع والتي لها فضاء متساوي لابد ان تختلف من ناحية طبوغرافية الارض وطبيعة التربيه ومدى تحملها من موقع الى اخر ولذلك يتطلب اجراء بعض التحويرات عليها لكي تتلائم بدقه مع الموقع الذي تنشأ فيه .

كما ان الجسور تنفذ بمواد انشائيه مختلفه كالكونكريت المسلح او المسبق الاجهاد او الحديد او الخشب او مركبه من مادتين او اكثر. وتختلف ايضا من الناحيه الانشائيه فبعضها ينفذ على شكل بلاطه slab bridge واخرى على شكل بلاطه مستنده على روافد وغيرها على شكل جملونات او معلقه او على شكل cable state ولكون الاحمال الحيه الناشئه بسبب مرور العجلات تنتقل الى الجسور عبر مساحات صغيره تمثل مساحه التلامس بين الاطارات ومنصة الجسر نرى ان عملية تحليل الجسور وفق الاحتمالات الفعلية للتحميل تبدو معقده جدا ان لم تكن مستحيله . في هذا الصدد ومن خلال الاحصاءات والتجارب والمشاهده الميدانيه وضعت كراسه مواصفات الطرق الامريكيه منهاجا مبسطا و امينا لكيفية احتساب الاحمال الحيه المؤثره على الجسور وبذلك تكون عملية التحليل ومن ثم التصميم لهذه المنشآت المعقده عمليه بسيطه وكما سيتم ذكره بالتفصيل في مشروعنا هذا.

تعتمد الطريقه المقترحه على استعمال الشاحنه الافتراضيه القياسيه والتي تمثل الاحمال القصوى التي من الممكن ان يتعرض لها جسر ما بسبب كافه انواع العجلات الماره عليه. وقد ورد في المواصفه خمسة انواع من الشاحنات .

الا اننا سوف نركز اثقل شاحنه وهي HS20 وذلك لزيادة حمولات الشاحنات في الوقت الحاضر وبالتالي فانها تعوض عن كافة الشاحنات الاخرى المقترحه الاقل وزنا والتي تم تخصيصها للطرق الثانويه .



## ملحق الفصل الاول

انواع الاحمال وتوزيعها وفق مواصفات ان AASHTO

## 1- GENERAL FEATURES AND DRAWINGS

### 1-1 General Features:

1. The main purpose of the project is the design of two span prestressed concrete highway bridge.
2. The bridge consists of two simply supported spans, each span is 18 m long, and the total length of the bridge is 48m - See drawing no. 1.
3. (a) The bridge consists of two traffic lanes in each side, the width of every lane is 3.35 m.  
 (b) The bridge contains a median of width 0.82 m at the center line of the bridge.  
 (c) The average bridge contains a sidewalk on each side of the bridge, 0.8 m width including the handrail and guardrail.
4. The total bridge width is 19.22 m - see drawing no. 2.
5. Each span in the bridge has ten prestressed pretensioned concrete girders. In the transverse direction, the distance between the centerline of every two girders is 2m as shown in drawing no.3. The section for all bridge girders is similar to type IV AASHTO standard bridge girders. -See drawing no. 3.
6. The ten girders for all the spans are supported at their ends on the pier cap, which covered the five columns. The dimensions of each column is 0.9x 1.85 m and their height is 6.2 m, and the space between the center line of each two columns is 4.25 m - see drawing no.3.
7. The compressive strength is as follow.
  - for deck slab  $f'_c = 30 \text{ N/mm}^2$
  - for precast girder  $f'_c = 35 \text{ N/mm}^2$
  - for pier and abutment  $f'_c = 28 \text{ N/mm}^2$
8. The concrete has a unit weight of  $25 \text{ kN/m}^3$ .
9. All types of steel which was used is of yield strength  $410 \text{ N/mm}^2$ .
10. Low relaxation prestressing tendons are used, each of 7 wires with  $f'_c = 1700 \text{ N/mm}^2$ .

## 1-2 Types of Loads:

Structures shall be designed to carry the following loads and force:

Dead load.

Live load.

Impact or dynamic effect of the live load.

Wind loads.

Other forces, when they exist as follows:

Longitudinal forces, centrifugal force, thermal forces, earth pressure, buoyancy, shrinkage, stresses, rib shortening, erection stresses, ice and current pressure, and earthquake stresses.

### **1. Dead Load:**

The dead load shall consist of the weight of the entire structure, including the roadway, sidewalks, car tracks, pipes, conduits, cables, and other public utility services.

### **2. Live Load:**

The live load shall consist of the weight of the applied moving load of vehicles, cars, and pedestrians.

#### **2-1 Traffic Lanes:**

The lane loading or standard truck shall be assumed to occupy a width of 3 m.

#### **2-2 Highway Loads:**

##### **2-2-1 Standard Truck and Lane Loads**

2-2-1-1 The highway live loadings on the roadways of bridges or incidental structures shall consist of standard trucks or lane loads that are equivalent to truck trains. Two systems of loading are provided, the M loadings and MS loadings- the MS loadings being heavier than the corresponding M loadings.

2-2-1-2 Each lane load shall consist of a uniform load per linear foot of traffic lane combined with a single concentrated load (or two concentrated loads in the case of continuous spans). So placed on the span as to produce maximum stress. The concentrated load and uniform load shall be considered as uniformly distributed over a 3m width on a line normal to the centerline of the lane.

### 2-2-2 Classes of Loading

There are four standard classes of highway loading MS 13.5, MS 18, MS 13.5 and MS 18. Show Figs. 1, 2 and 3

### 3- Impact

#### 3-1 Application:

Highway live loads shall be increased for those structural elements in Group A, below, to allow for dynamic, vibratory and impact effects. Impact allowances shall not be applied to items in Group B. It is intended that impact be included as part of the loads transferred from superstructure to substructure, but shall not be included in loads transferred to footings nor to those parts of piles or columns that are below ground.

#### 3-1-1 Group A- Impact Shall be Included.

- (1) Superstructure, including legs of rigid frames.
- (2) Piers, (with or without bearings regardless of type) excluding footing and those portions below the groundline.
- (3) The portions above the groundline of concrete or steel piles that support the superstructure.

#### 3-1-2 Group B- Impact Shall not be Included.

- (1) Abutments, retaining walls, piles except as specified in 3.1.1 (3)
- (2) Foundation pressures and footings.
- (3) Timber structures.
- (4) Sidewalks loads
- (5) Culverts and structures having 0.914 m or more cover.

#### 3-2 Impact Formula

3-2-1 The amount of the impact allowance or increment is expressed as a fraction for the live load stress, and shall be determined by the formula:

$$I = \frac{15.24}{L + 38}$$

In which

I= impact fraction (maximum 30 percent);

L= length in meter of the portion of the span that is loaded to produce the maximum stress in the member;

3-2-2 For uniformity of application, in this formula, the loaded length, L, shall be as follows:

- (a) For roadway floors: the design span length.
- (b) For transverse members, such as floor beams: the span length of member center to center of supports.
- (c) For computing truckload moments: the span length, or for cantilever arms the length from the moment center to the farthest axle.
- (d) For shear due to truck loads: the length of the loaded portion of span from the point under consideration to the far reaction; except, for cantilever arms, use a 30 percent impact factor.
- (e) For continuous spans: the length of span under consideration for positive moment, and the average of two adjacent loaded spans for negative moment.

#### 4- Longitudinal Forces

Provision shall be made for the effect of a longitudinal force of 5 percent of the live load in all lanes carrying traffic headed in the same direction. All lanes shall be loaded for bridges likely to become one directional in the future. The load used, without impact, shall be the lane load plus the concentrated load for moment specified in Article 2.2, with reduction for multiple - loaded lanes. The center of gravity of the longitudinal force shall be assumed to be located 1.828 m above the floor slab and to be transmitted to the substructure through the superstructure.

#### 5- Centrifugal Forces:

Structures on curves shall be designed for a horizontal radial force equal to the following percentage of the live load, without impact, in all traffic lanes:

$$C = \frac{0.79 S^2}{R}$$

Where

C= the centrifugal force in percent of the live load, without impact;

S= the design speed in miles per hour;

D= the degree of curve;

R= the radius of the curve in meter.



### 6- Wind Loads

The wind load shall consist of moving uniformly distributed loads applied to the exposed area of the structure. The exposed area shall be the sum of the areas of all members, including floor system and railing, as seen in elevation at 90 degrees to the longitudinal axis of the structure.

### 7- Buoyancy

Buoyancy shall be considered where it affects the design of either substructure, including piling, or the superstructure.

### 8- Earth Pressure

8-1 Structures which retain fills shall be proportioned to withstand pressure as given by Rankine's formula; provided, however, that no structure shall be designed for less than an equivalent fluid weight (mass) of  $4.17 \text{ kN/m}^3$ .

8-2 For rigid frames a maximum of one-half of the moment caused by earth pressure (lateral) may be used to reduce the positive moment in the beams, in the top slab, or in the top and bottom slab, as the case may be.

8-3 When highway traffic can come within a horizontal distance from the top of the structure equal to one-half its height, the pressure shall have added to it a live load surcharge pressure equal to not less than 0.61 meter of earth.

8-4 Where an adequately designed reinforced concrete approach slab supported at one end by the bridge is provided, no live load surcharge need be considered.

8-5 All designs shall provide for the through drainage of the back-filling material by means of weep holes and crushed rock, pipe drains or gravel drains, or by perforated drains.

### 9- Earthquakes

In regions where earthquakes may be anticipated, structures shall be designed to resist earthquake motions by considering the relationship of the site to active faults, the seismic response of the soils at the site, and the dynamic response characteristics of the total structure in accordance with the following criteria or AASHTO Guide Specifications for Seismic Design of Highway Bridges.

### 1-3 Moments Calculation:

The AASHTO specification suggest an approximate method for analysis and design of the deck slab. This method depends on the relationship between main reinforcement and traffic direction. There are two types of bridges thus

(1) The Main Reinforcement parallel to traffic:

(a) For simply supported slab: use the formula:

$$M = P_{18} \frac{S^2}{2} \frac{C_1}{C_2}$$

Where:

S= effective span length.

$P_{18}$ = the constructed load on the truck rear for the truck MS 18.

(b) For continuous slab: use the formula:

$$M_k = 0.5 P_{18} \frac{S^2}{L} \frac{C_1}{C_2}$$

(2) The main reinforcement perpendicular to traffic:

(a) The distribution width of wheel load:

$$E = (1.219 + 0.06 S) \leq 2.134 \text{ m}$$

(b) The distribution width of lane load over (2E)

For MS<sub>18</sub>

$$M = 13.14 S \Rightarrow \text{for } S \leq 15.24 \text{ m}$$

$$M = 14.6 (1.35 - 0.1) \rightarrow \text{for } S \leq 15.24 \text{ m}$$

### 1-4 Reduction in Load Intensity:

The AASHTO specification use the reduction in load intensity which is dependent on the number of traffic lanes where maximum stresses are produced in any member by loading a number of traffic lanes simultaneously, the following percentage of the live loads shall be used in view of the improbability of coincident maximum loading.

Number of traffic lane	Percent
One or two lanes	100
Three lanes	90
Four lanes or more	75

### 1-5 Distribution of Loads:

In calculating bending moments in longitudinal beams or stringers no longitudinal distribution of the wheel loads shall be assumed. The lateral distribution shall be determined as follows.

Interior stringers and Beams: the live load bending moment for each interior stringer shall be determined by applying to the stringer the fraction of a wheel load (both front and rear) determined in table (3-23-1) in AASHTO.

Outside roadway stringers and beams: the dead load supported by the outside roadway stringer or beam shall be that portion of the floor slab carried by the stringer or beam. Curbs, railings, and wearing surface, if placed after the slab has cured, may be distributed equally to all roadway stringer or beams.

The live load bending moment for outside roadway stringers or beams shall be determined by applying to the stringer or beam the reaction of the wheel load obtained by assuming the flooring to act as a simple span between stringers or beams.

In no case shall an exterior stringer have less carrying capacity than an interior stringer.

In calculating bending moments in floor beams, no transverse distribution of the wheel loads shall be assumed.

If longitudinal stringers are omitted and the floor is supported directly on floor beams, the beams shall be designed for loads determined in accordance with table (3-23-3-1) in AASHTO.

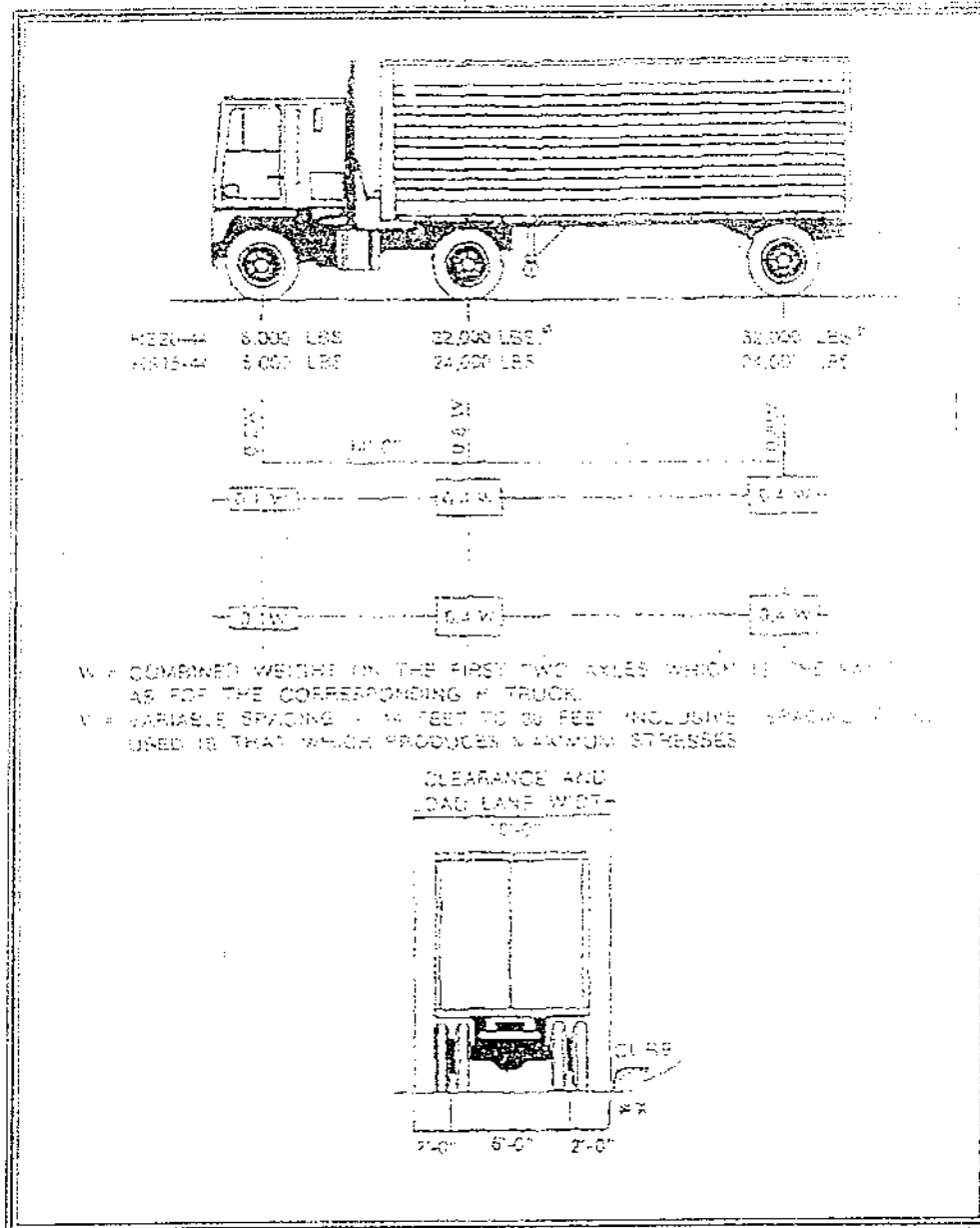


Figure (1) Standard HS Truck

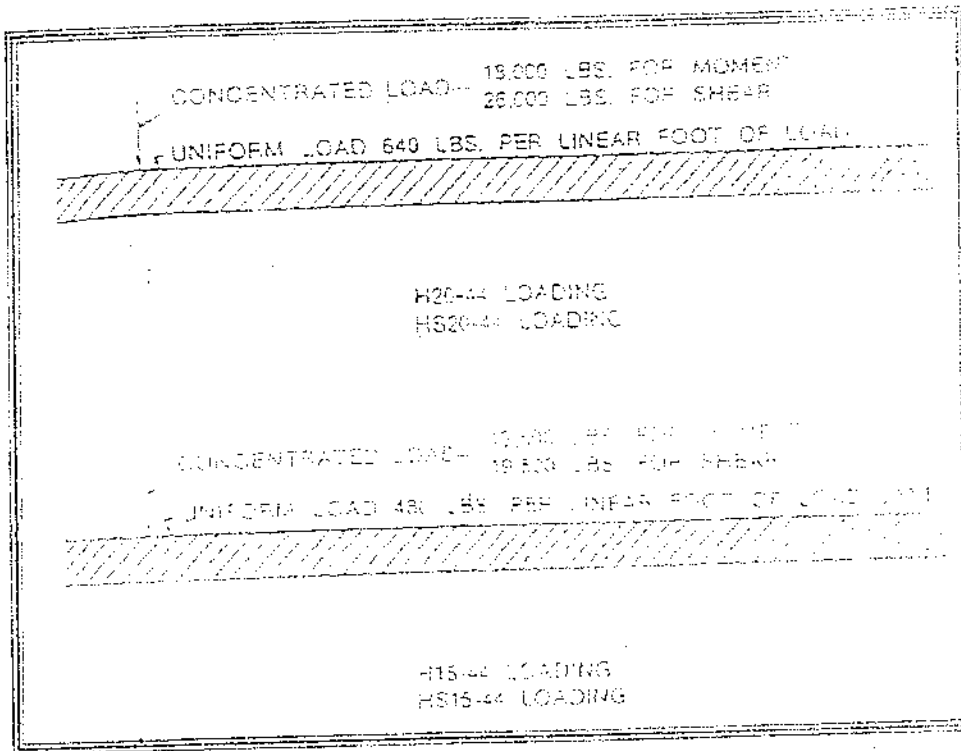


Figure (2) Lane Loading



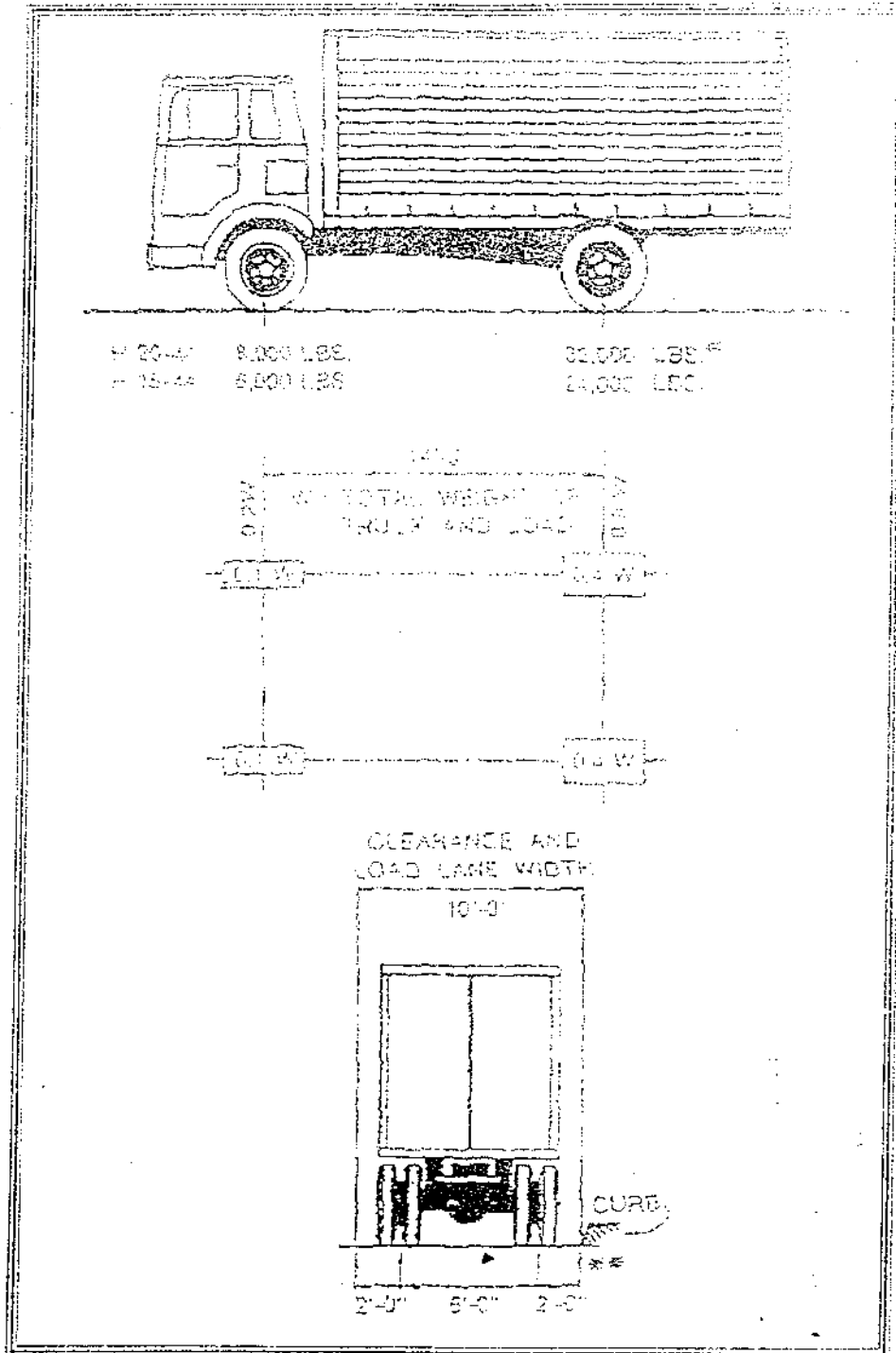


Figure (2) Standard Truck

## الفصل الثاني

مثال عن تصميم وتحميل جسر Deck - Girder

بفضاء 82 قدم (25 متر)

## ***Design of a Deck – Girder Bridge***

Clear span (s) = 82 ft (25 m)

Clear width = 29 ft (9 m)

Live loading = HS20

Concrete strength  $F_c' = 4000$  psi

Grade 60 Reinforcement  $F_y = 60000$  psi

