

はスクリュウフィーダーでバッチングフロー上に設けられたフライアッシュバッチャーに送られ、ここで計量されて、セメントと同時にミキサーに投入される。この際、フライアッシュの落下するシュートはセメントのシュートと途中で合流し、合流点のシュート内にブレードを取付け、セメントとフライアッシュが回転しつつ落下し、ミキサーに入る以前に一応プレミックスするようにした。バッチングの操作盤はセメントや骨材用の操作盤に隣接して設け、ワンマンコントロールとし、自動記録装置を取付けた。またサイロ出口のアーチアクションを防止するため、シリカゲル脱水装置により脱水した低圧空気の吹送を十分にを行い、かつ振動機を取りつけた。バッチングプラントの概要は図-4に示すとおりである。

VI 結 語

前項までに述べたごとく、須田貝ダム用フライアッシュコンクリートは良好な試験成績を示し、関係官庁より表面コンクリート及び内部コンクリートでそれぞれセメントの10%及び20%の置換を許可された。この比率は米国の25~32%に比較して、やや低率であるが、現在続行中の試験データが十分揃えば米国並みの比率まで許可されることになるものと思われる。

須田貝ダムは直線型重力式で堤高は基礎岩盤上73.5m、コンクリートの容積は約22万m³で、フライアッシュ使用により良質のコンクリートが作られることはもちろんであるが、水和熱、容積変化の減少等の特徴はさらに大きなダムにおいてより顕著に発揮されうらと思われる。

よつて須田貝における試みでは、フライアッシュの効果は100パーセント発揮されたとは云えないかも知れないが、日本のダムコンクリートにフライアッシュを導入し得たこと、さらに大ダムへの使用の道が開かれたことに意義があるものと思われる。

(昭.29.8.25)

鉄筋コンクリートはりのひびわれ

正 員 神 山 一*

A CRACK IN THE REINFORCED CONCRETE BEAM

(JSCE April 1955)

Susumu Kamiyama, C.E. Member

Synopsis Objects in this experiment were to study the relation of the initial cracking moment to the ultimate moment and the relation of the cracking depth to the moment of the singly reinforced concrete beam with rectangular section.

The factor of safety of the member against cracking may be expressed either by the ratio of the permissible moment to the initial cracking moment, or by the ratio of the initial cracking moment to the ultimate moment.

Deterioration of the reinforcing steel and concrete of members is affected by the cracking degree of concrete. Because, if we allow of crack, the factor of safety of member are determined by the cracking depth and the cracking width.

In this paper laboratory investigation on the outline of measuring methods and the simple experimental formula of initial cracking moment are described. The relation between the cracking depth and the moment are following ;

$$h_c = \frac{M/M_u - \mu_2}{\mu_1 \mu_2 - \mu_2} h_0 \quad \text{for } M_c < M \leq M_u$$

$$h_c = h_0 + \frac{M/M_u - \mu_1 \mu_2}{1 - \mu_1 \mu_2} (h_{c.cr} - h_0) \quad \text{for } M_c < M < M_u$$

要旨 この実験の目的は鉄筋コンクリートはりの破壊曲げモーメントとひびわれ発生モーメントの関係およびモーメントとひびわれ深さの関係を研究すること

* 早稲田大学講師，理工学部土木教室

である。

ひびわれに対する部材の安全率はひびわれ発生モーメントと許容モーメントとの比または破壊曲げモーメントとひびわれ発生モーメントとの比であらわすこと

ができる。

部材の鉄筋とコンクリートの腐朽はコンクリートのひびわれの程度に影響する。それゆえ、もしひびわれの発生を許容するならば部材の安全率はひびわれの巾と深さを考慮して決定されるべきである。

本論文ではひびわれ発生モーメントの測定法とひびわれ発生モーメントの計算について述べる。

1. 鉄筋コンクリート部材のコンクリート硬化後のひびわれ

ひびわれの種類は発生の原因によつて抵抗性ひびわれ、順応性ひびわれ、温度変化あるいは乾燥収縮によるひびわれ、鉄筋の腐食によるひびわれなどに分類できる。抵抗性ひびわれは鉄筋比が小さいときは鉄筋の伸びが大きくなるために発生し、鉄筋比が大きいときは鉄筋の伸びが小さくても付着破壊あるいはせん断力によつて発生する。順応性ひびわれは載荷仮定、変形仮定、応力仮定などが実際の条件とことなるとき、すなわち構造上の無理があるときに発生する。

もしひびわれの近くで鉄筋とコンクリートとの付着が十分であれば鉄筋の露出部分はひびわれ巾より大きくなることはないが、付着が破壊されているとき鉄筋の露出部分はひびわれ巾より大きい。

この報告では鉄筋の伸びが大きいときに生ずる抵抗性ひびわれのみについて述べる。

2. ひびわれ発生荷重の測定法

ひびわれ発生荷重は測定の方法によつてことなるので測定方法の概要と測定値に対する考察を述べる。

(i) 直接観測 肉眼あるいは拡大鏡などでひびわれを発見する方法であるから観測者の熟練の程度によつて差異がある。ひびわれのでている位置がわかれば拡大鏡を用いて相当に微細なひびわれも見ることができるが、最初はひびわれの位置がわからないためにひびわれの巾と深さが大きくなると発見はむづかしい。

塗料を塗つて直接観測するとき塗料の性質をよく調べておく必要がある。現在では延性に富んだ塗料が多いのでひびわれ発生荷重の測定に適したものがない。石灰またはチョークの微粉末を薄く塗布すれば測定は多少容易になる。

乾燥している供試体であれば水を吸収するからひびわれを生じたと思われる部分に水をかけるとひびわれの位置がよくわかるが、何回も行えないので適当な方法ではない。

どの方法によつても直接観測では測定の規準が不明確であるから測定値に差異を生ずる。

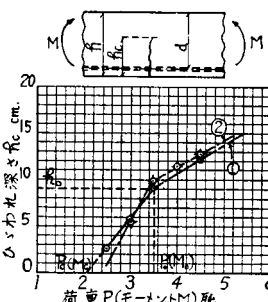
(ii) 荷重—たわみ図(または荷重—断面の回転角

図)による方法 この方法は古い文献¹⁾に見られる方法で荷重—たわみ関係の変化からひびわれ発生荷重を推定する方法である。初めたわみはほぼ荷重に比例するが、ある荷重に達するとたわみは急に増加しはじめる。この急激なたわみの増加はひびわれの発生による曲げ剛度の減少に原因するものであるから、荷重—たわみ関係が急に折れ曲がる点の荷重がひびわれ発生荷重である。この場合荷重—たわみ図、荷重—断面の回転角図のいずれからひびわれ発生荷重を推定しても同じである。

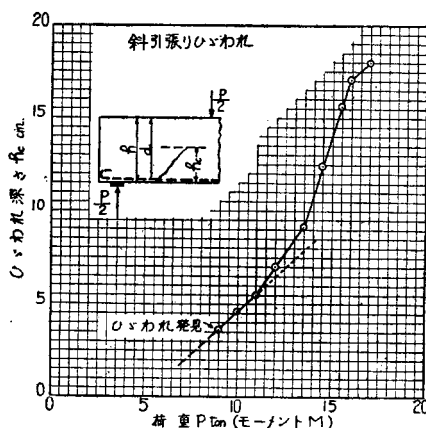
(iii) 荷重—ひびわれ 図—1 荷重—ひびわれ深さ図

れ深さ図による方法

この方法は著者の方法で荷重—ひびわれ深さの関係を用いてひびわれ発生荷重を推定する方法である。ひびわれを発見したときはすでに巾と深さが大きくなつてひびわれを発見した



図—2 荷重—ひびわれ深さ図



ときの荷重はひびわれ発生荷重より大きくなる。そこでひびわれ深さと荷重の関係を荷重を増加して測定すると図—1、図—2のようになる。図—1は曲げ引張りひびわれ、図—2は斜引張りひびわれをしめすがここでは図—1についてのみ述べる。

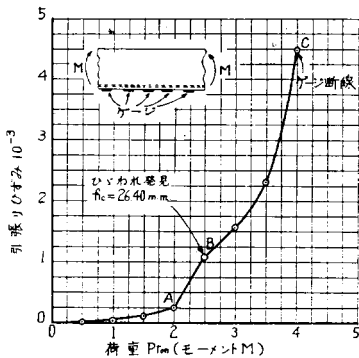
図—1の実線および鎖線は同一寸法の2つのはりの荷重—ひびわれ深さ図である。ひびわれを発見したときの荷重は2.5tと3.0tでそのときのひびわれ深さはそれぞれ27mm、55mmであつた。さらに荷重を増加してひびわれ深さを測定してみると荷重P。(またはモーメント M_0)で荷重—ひびわれ深さの関係は

折れ曲がり、荷重の増加にもなうひびわれ深さの増加率は減少する。荷重 P_c までひびわれ深さ h_c は荷重に比例するから、この直線を延長して横軸（荷重またはモーメント軸）と交わる点の荷重 P_c （または M_c ）を求め、これをひびわれ発生荷重とするものである。

ひびわれ尖端の巾を電気抵抗線ひずみ計を併用して検査してみたが 0.01~0.03 mm まで測定していることがわかった。したがってここで言うひびわれ深さはひびわれ尖端の巾が 0.01~0.03 mm のものである。肉眼で発見できるひびわれ深さは本実験の測定値よりはるかに小さいものである。

(iv) 電気抵抗線ひずみ計による方法 是りの引張側下面にゲージを数カ所貼つてひずみを測定すると、ひびわれを発生した部分でいちじるしく変化するからひびわれ発生荷重の測定は容易である。図-3 が測定した例である。図-3 で荷重 A まで荷重-ひずみの関係は連続的に変化するが荷重 A と B の間でひずみはいちじるしく増加する。荷重 A と B の間でひびわれが発生している。荷重 B でひびわれ深さを測定

図-3 電気抵抗線ひずみ計によるひびわれ測定



したところ 26.4 mm であつた。コンクリートのようにひびわれ発生ひずみの小さい材料では金属材料のように塗料を用いてひずみの大きい所

3. 測定方法によるひびわれ発生荷重の差異

直接観測、荷重-ひびわれ深さ図、荷重-たわみ図によつて測定したひびわれ発生荷重の比を表-1 に

表-1 測定方法によるひびわれ荷重の差異

鉄筋比 ρ (%)	鉄筋の降伏点 σ_{sy} (kg/cm ²)	コンクリートの圧縮強度 σ_{cy} (kg/cm ²)	① 荷重-たわみ図	② 荷重-ひびわれ深さ図	③ 直接観測
1.38	3 350	164	1.00($M_c=0.646 \text{ t}\cdot\text{m}$)	0.985	1.040
"	"	179	1.00($M_c=0.692 \text{ t}\cdot\text{m}$)	0.995	1.052
"	"	256	1.00($M_c=0.762 \text{ t}\cdot\text{m}$)	1.000	1.050
"	"	283	1.00($M_c=0.664 \text{ t}\cdot\text{m}$)	1.000	1.210
備考	$b=15 \text{ cm}$, $d=20 \text{ cm}$, $h=22 \text{ cm}$, 鉄筋 3φ 13 mm 支間 150 cm 3等分点荷重				

しめた。

③は①, ②にくらべて大きく、相当正確に観測してもひびわれの巾、深さが大きくなると発見されないことを示している。①と②の測定値はほぼ一致してひびわれ発生荷重の測定法としてはこの方法がよいと思われる。

この実験では①と②の方法を併用し、しばしば抵抗線ひずみ計を用いて測定値を検査した。

4. ひびわれ発生モーメント

測定値を表-2 に示す。破壊曲げモーメントはひびわれ発生モーメントにくらべて容易に計算できるので、ひびわれ発生モーメントが簡単に求まるように破壊曲げモーメントとの比をもつてあらわした。ひびわれ発生モーメントのあらわし方として破壊曲げモーメントとの比を用いると部材安全率と比較するときに都合がよい。表-2 の M_c/M_u 以外の数値はひびわれ発生モーメントより大きいモーメントが作用したときのモーメントとひびわれ深さの関係を調べるための資料である。

記号 M_c : ひびわれ発生曲げモーメント

M_u : 破壊曲げモーメント

M_0 : 図-1 においてモーメントとひびわれ深さの関係が折れ曲がる点のモーメント

h_c : モーメント M におけるひびわれ深さ

h_0 : モーメント M_0 におけるひびわれ深さ

$h_{c.cr}$: 破壊曲げモーメント M_u におけるひびわれ深さ

ρ : 鉄筋比

β_y : 鉄筋とコンクリートの強度比すなわち

$$\sigma_{sy}/\sigma_{cy}$$

ひびわれ発生モーメントはコンクリートの強度、鉄筋の降伏点、鉄筋比、鉄筋の配置、コンクリートの引張破壊ひずみなど多くの原因によつて変化し、これらの影響をすべて考慮した厳密計算式を求めることはむづかしい。簡単な近似式が求まれば厳密計算と多少の差はあつても都合がよい。

実験値を種々係数を変化して調べたところ鉄筋比と

強度比の積 $\rho\beta_y$ と M_c/M_u

の間に密接な関係のあることがわかった。それでつぎのような型の実験式をつつた。

$$\frac{M_c}{M_u} = 1 - \frac{a \cdot \rho \beta_y}{b + \rho \beta_y}$$

$$\dots\dots\dots (1)$$

a, b は実験常数で本実験

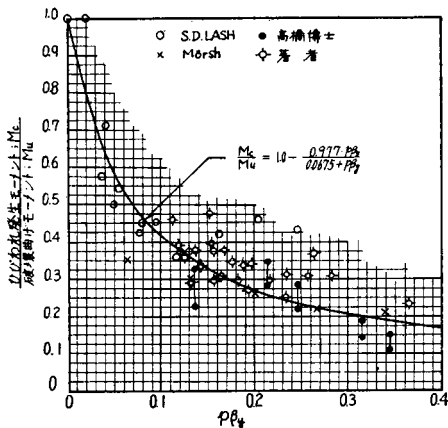
表-2 ひびわれ発生モーメント測定値

番号	鉄筋の降伏点 σ_{sy} (kg/cm ²)	コンクリートの圧縮強度 σ_{cy} (kg/cm ²)	鉄筋比 ρ (%)	$\alpha \cdot \beta \cdot \gamma$	断面寸法			M_u t·m	M_c/M_u	M_o/M_c	$h_o/h_{c.or.}$
					b (cm)	d (cm)	h (cm)				
A-1	3 040	144	1.01	0.235	15.3	12.6	15.1	0.7245	0.313		
A-2	"	"	"	"	15.0	12.4	15.3	0.7500	0.256		
A-3	"	196	0.91	0.141	"	14.1	16.0	0.8523	0.333		
A-4	"	232	1.64	0.215	14.4	16.3	18.2	1.5900	0.291		
A-5	"	254	0.93	0.112	15.0	13.7	15.7	0.7600	0.460		
A-6	"	"	1.10	0.131	18.2	16.6	18.2	2.1400	0.297		
B-1	3 350	164	1.38	0.282	15.0	19.2	22.3	2.1650	0.313	1.39	0.440
B-2	"	179	"	0.258	"	19.0	22.0	2.2800	0.316	1.40	0.425
B-3	"	256	"	0.181	"	"	22.1	2.7200	0.294	1.25	0.356
B-4	"	283	"	0.163	"	"	22.0	2.6200	0.303	"	0.342
B-5	"	107	1.17	0.366	17.0	20.0	23.0	2.1500	0.240	1.71	0.661
B-6	"	147	"	0.265	"	"	"	2.2100	0.370	1.82	0.499
B-7	"	216	0.83	0.129	15.4	17.0	20.0	1.1300	"	1.38	0.420
B-8	"	246	1.15	0.157	14.8	15.0	17.3	1.1500	0.380	1.18	0.359
B-9	"	259	0.91	0.118	16.1	18.2	21.4	1.7500	0.390	1.57	0.420
C-1	4 350	253	0.85	0.146	15.7	14.4	16.1	1.2330	0.389		
C-2	"	"	0.92	0.158	14.8	14.1	15.7	1.1380	0.317		
C-3	"	"	0.89	0.153	15.0	14.4	16.0	1.2100	0.478		
C-4	"	238	0.84	0.157	14.4	15.8	18.3	1.2600	0.294		
C-5	"	242	1.10	0.198	18.0	12.8	15.2	1.3000	0.346		
C-6	"	246	0.75	0.133	15.2	16.9	18.1	1.1200	0.388		
D-1	2 790	259	1.64	0.177	16.0	15.2	18.2	1.6300	0.358		
D-2	"	"	1.75	0.189	16.2	18.8	21.0	2.8000	0.341		
D-3	"	"	1.81	0.195	"	18.2	"	2.7300	0.272		
D-4	"	"	1.15	0.124	15.1	17.1	20.2	1.2800	0.380		

の範囲では $a=0.977$, $b=0.0675$ であつた。

(1) 式と本実験の測定値および S.D. Lash²⁾, Mörsh³⁾, 高橋博士⁴⁾の実験値との関係を 図-4 にしめた。

図-4 ひびわれモーメント測定値と実験式



5. モーメントとひびわれ深さの関係

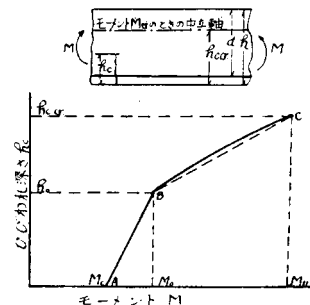
ひびわれ発生モーメントより大きいモーメントが作用したときのモーメントとひびわれ深さの関係を求めるおもな目的は (a) ひびわれ発生を許容する設計においてひびわれ深さはどのくらいになるか, (b) 既設構造物に重量の明らかでない荷重が作用してひびわれ

が発生したとき, ひびわれ深さを調査し, 作用モーメントを推定して破壊モーメントと比較することにより構造物の安全性をたしかめることである。

例えば最近の自動車荷重は既設構造物を設計したとき考えた荷重よりはるかに大きくなつてきている。したがつてひびわれ発生モーメントより大きいモーメントが作用してひびわれが大きくなつてきているものがある。多くの場合, ひびわれの深さ, 巾が大きくなつてから構造物の安全性が問題になつてきている。そこでひびわれの深さ, 巾と構造物の安全性との関係を明らかにする必要を生ずる。

(a), (b) のようなことを考えるとき, ひびわれ巾

図-5 モーメントひびわれ深さ



とモーメントの関係を調べるのも一つの方法であるが, ひびわれ巾は鉄筋表面の滑らかさ, 粗さの程度, 付着破壊の有無, 特にひびわれとひびわれの間隔の大小等によつていちじるしく変化するのでひびわれ巾は

必ずしもモーメントに比例しない。

ひびわれ深さはひびわれ巾ほど多くの条件に影響されないのでモーメントとの関係をうるのに都合がよい。

ひびわれ深さは測定法の精密さによつてちがうが本実験ではひびわれ尖端の巾が 0.01 mm 程度まで測定した。

モーメントとひびわれ深さの関係は 図-6 のようになる。モーメント M_c と M_0 の間で直線, M_0 と M_u の間で曲線になる。 M_0 と M_u の間を直線とみなしても大きな差はないから M_c と M_u の間を AB, BC の2つの直線であらわすことができる。

モーメント M とひびわれ深さ h_c の関係を A~B ($M_c < M \leq M_0$), B~C ($M_0 < M < M_u$) の2つの範囲に分けて求める。

$$\left. \begin{aligned} M_c < M \leq M_0; h_c &= \frac{M - M_c}{M_0 - M_c} h_0 \\ M_0 < M < M_u; h_c &= h_0 \\ &+ \frac{M - M_0}{M_u - M_0} (h_{c.cr} - h_0) \end{aligned} \right\} \dots (2)$$

ここで $M_c = \mu_2 M_u$, $M_0 = \mu_1 M_c = \mu_1 \mu_2 M_u$ とおけば (2) 式はつぎのようになる。

$$\left. \begin{aligned} M_c < M \leq M_0 \text{ または } \mu_2 < \frac{M}{M_u} \leq \mu_1 \mu_2; \\ h_c &= \frac{M/M_u - \mu_2}{\mu_1 \mu_2 - \mu_2} h_0 \dots (a) \\ M_0 < M < M_u \text{ または } \mu_1 \mu_2 < \frac{M}{M_u} < 1; \\ h_c &= h_0 + \frac{M/M_u - \mu_1 \mu_2}{1 - \mu_1 \mu_2} (h_{c.cr} - h_0) \dots (b) \end{aligned} \right\} (3)$$

また (3) 式を変形してつぎの式が得られる。

$$\left. \begin{aligned} 0 < h_c \leq h_0; \frac{M}{M_u} &= \frac{h_0}{\mu_2 h_0 + \mu_2 (\mu_1 - 1) h_c} \dots (a) \\ h_0 < h_c < h_{c.cr}; \\ \frac{M_u}{M} &= \frac{h_{c.cr} - h_0}{\mu_1 \mu_2 (h_{c.cr} - h_0) + (1 - \mu_1 \mu_2) (h_c - h_0)} \dots (b) \end{aligned} \right\} (4)$$

(3), (4) 式の $\mu_1, \mu_2, h_0, h_{c.cr}$ は実験によつて求められ表-2 の値をまとめた (5) 式で計算すればよい。

$$\left. \begin{aligned} h_{c.cr} &= h - 1.1 p \beta_y d, \\ h_0 &= \{0.38 + 6(p \beta_y - 0.15)^2\} \cdot h_{c.cr} \\ \mu_1 &= \frac{M_0}{M_c} = 1 + 1.875 p \beta_y, \\ \mu_2 &= \frac{M_c}{M_u} = 1.0 - \frac{0.977 p \beta_y}{0.0675 + p \beta_y} \end{aligned} \right\} (5)$$

(3) 式はひびわれ発生モーメントより大きいモーメントが作用したときにひびわれ深さを計算する式である。

また (4) 式は大きさの明らかでないモーメントが作用してひびわれを生じたときにひびわれ深さを測定してモーメントを計算する式である。

(3), (4) 式でそれぞれひびわれ深さ, モーメントを計算するためには部材寸法, 鉄筋比および降伏点, コンクリートの圧縮強度がわかつていなければならない。既設構造物でコンクリートの強度が明らかでないときは無破壊試験によつて推定せねばならない。

破壊モーメント M_u は計算式が種々提案されているから鉄筋比, 鉄筋の降伏点, コンクリートの圧縮強度がわかれば求められる。

(3) 式でひびわれ深さを推定する順序: p と β_y がわかつていれば (5) 式で $h_{c.cr}, h_0, \mu_1, \mu_2$ が求まる。モーメント M が (3) 式の $M_c < M \leq M_0$ または $M_0 < M$ のいずれの範囲にあるか調べて (a) または (b) 式で h_c を計算する。

(4) 式でモーメント M を推定する順序: (3) 式の場合と同じように (5) 式で $h_{c.cr}, h_0, \mu_1, \mu_2$ を計算し, ひびわれ深さ h_c を測定して $0 < h_c \leq h_0$ か $h_0 < h_c$ かを調べて (4) 式の (a) または (b) 式で M_u/M を求める。 M_u/M は破壊モーメントと作用モーメントの比であるから部材の安全性を判断することができる。また破壊モーメント M_u を求めておけば作用したモーメント M も求められる。

図-6 安全率とひびわれ深さ

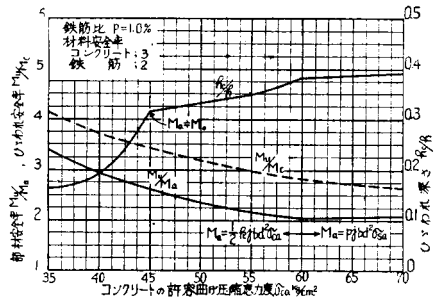


図-6 は鉄筋比 1%, コンクリートに対し 3, 鉄筋に対して 2 の安全率をとつて設計したはりの設計曲げモーメント M_a と破壊曲げモーメントの関係, またははりのひびわれ発生をさけるために必要な安全率 M_u/M_c を示す。

設計曲げモーメント M_a によつて生ずるひびわれ深さを (3) 式で計算した結果も示した。実際に肉眼でみることのできるひびわれ深さは計算値の 1/2 以下

となるものと考えられる。

6. 結 び

(i) ひびわれ発生モーメントの大略の値は(1)式で計算できる。

(ii) ひびわれ発生モーメントより大きいモーメントが作用したときのひびわれ深さとモーメントの間には図-1に示した関係がある。

(iii) モーメント M がひびわれ発生モーメントより大きいときは(3)式でひびわれ深さを計算することができる。またひびわれ深さを測定して作用したモーメントを推定するときは(4)式を用いればよい。

この実験は昭和 28 年度文部省科学研究費課題番号

55124 によつて行つた。ここに深謝の意を表する次第である。

参 考 文 献

- 1) 例えば Handbuches für Eisenbetonbau Entwicklungsgeschichte Versuche und Theorie des Eisenbetons.
- 2) S.D. Lash : "Ultimate Strength and Cracking Resistance Lightly Reinforced Beams" Journal of the ACI, Feb. 1953.
- 3) Mörsh : Heft 13 des Deutschen Ausschusses für Eisenbeton 1912.
- 4) 岡田 清 : "鉄筋コンクリート桁の龜裂モーメント" セメント技術年報 1950, 土木技術第 5 巻 第 4 号 (昭.29.8.17)

剛性載荷板荷重による砂層中の鉛直 増加土圧の分布について*

正 員 市 原 松 平**

ON THE DISTRIBUTION OF VERTICAL PRESSURE THROUGH SAND FILLS CAUSED BY RIGID LOADS

(JSCE April 1955)

Matsuhei Ichihara, C.E. Member

Synopsis Vertical pressures just underneath the rectangular or circular rigid loads, i. e. contact pressures of rigid plates, as well as these at the bottom of sand fills are measured, and the behaviours of contact pressure and the distributions of vertical pressure due to the rigid load adjacent the rigid vertical wall are discussed.

要 旨 剛性の載荷板を、砂の表面に置いたときの、載荷板の底面反力分布並びに、砂槽下面の鉛直増加土圧を測定し、底面反力分布の様相並びに不動壁の存在する場合の載荷による土中の鉛直増加土圧分布について考察した。

1. 緒 言

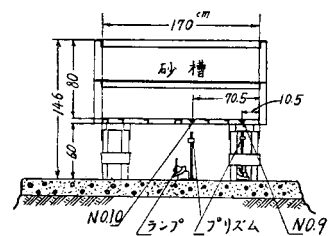
筆者は従来、載荷重による壁面に作用する横方向増加土圧に関する一連の実験を行つてきたが^{1,2,3)}、これら増加土圧値は、Fröhlich の式に鏡像の原理を適用することによつて求められるようである。そのためにまづ、載荷重による鉛直方向増加土圧についても実験を行つてみて、その結果より集中係数 ν の値、底面反力分布の様相、地中応力分布などを調べてみる必要となつた。そこで横方向の実験と合わせるために、載荷板は矩形、円形の剛性板を用い、その載荷板に土圧計を1個ないし7個取付けて、底面反力分布を測定すると同時に、砂槽の下面に取付けた2個の土圧計で砂槽下面の圧力を測定した。

もちろん Fröhlich の式は半無限体内の圧力を示すもので、壁で仕切られた場合には、当然異なつた結果を与えると考えられるのであるが、これらの場合について特に考察した。

2. 実験装置その他

i) 砂槽 載荷板底面の反力分布、鉛直増加土圧の測定はともに土圧実験に使用した軟鋼製砂槽(内法長さ 170 cm × 巾 73

図-1 砂 槽



cm × 高さ 80 cm) で行つた。この砂槽は鋼の厚さが 8.5 mm で、山型鋼と溝型鋼とで補強し、高さ 60 cm の軟鋼製台上に乗せた。鉛直増加土圧測定のために、底板の土圧計取付け用の孔 2 個を使用した。その位置はいずれも底板の中央線上で、図-1 に No.9, No.10 として示した。

ii) 土圧計 底面反力測定においては、ゴールドベ

* 第 4 回応用力学連合講演会で講演

** 運輸省運輸技術研究所港湾施設部構造研究室