

V-5 消浪ブロック“ドロス”の応力実験について

沖縄総合事務局 港湾計画課 正会員 ○ 牛田 道
正会員 寺内 潔

1. はじめに

消浪ブロック“ドロス”は K_0 値が非常に大きいため、ブロックの安定は主にかみ合わせ効果によって保たれていることから、その形状が複雑となり、部材に生ずる内部応力が必然的に大きくなるという構造的弱点を持っている。1978年ポルトガルのリスボン港における42トンドロスの災害を契機にドロスの部材強度の問題が表面化されることになった。今般、那覇港防波堤に40トン、50トンドロスを採用するにあたり、その様な背景のもとに、ドロスの構造的補強対策として鉄筋による部材補強をすることとした。

本報告は、重量4トンの相似模型ドロスを用いて、静載荷試験・衝撃落下試験を行った結果をとりまとめたものである。

2. 実験の概要

実験には吊上げ能力7.5トンの走行式門型クレーンを使用し、衝撃落下試験のための地盤としては、砂地盤とコンクリート地盤を準備した。両地盤とも層厚1.0mである。供試体の横転、反転、静載荷試験における油圧ジャッキ載荷などが容易にかつ安全に行える様、H型鋼による箱形の支持装置を作成した。静載荷はドロス供試体を支持装置に組み込んで片持ばり状態とし、支持装置と供試体の間に油圧ジャッキをはさんで行った。油圧ジャッキは揚量25トンで、除々に加圧できるように加圧スピードは無負荷で5mm/sとした。

実験に用いた供試体は、設計基準強度210 kg/cm^2 とし、重量4トン(コンクリート量1.74 m^3)のドロス7個である。応力測定のためのひずみゲージは、鉄筋表面(KFC-5-C1-11)とコンクリート表面(KFC-30-C1-11)に貼付け、さらに、ドロス脚部先端の1ヶ所に荷重計(50トン)を設置し、落下時の衝撃反力を測定できるようにした。供試体は配筋量によりA型・B型と分け、A型は91 kg/cm^2 、B型は151 kg/cm^2 とした。この鉄筋量の算定はひび割れモーメントを机上計算し、仮定して求めたものである。表-1は供試体の鉄筋量の諸元を、また図-1に配筋図を示す。

静的試験においては、施工時の吊上げ状態を想定し、吊上げ試験を行うと同時に、据付状態によっては集中荷重が作用することを想定して静的載荷試験を行い、部材に発生する応力を測定した。測定にはデジタル歪測定器を用いた。また、載荷によるドロス供試体の変位の測定にはダイヤルゲージを用いた。

動的試験は、供試体を適当な高さから落下さ

表-1 ドロス供試体の鉄筋量の諸元

供試体名称	供試体数	鉄筋材質	鉄筋量 (1個当り)	鉄筋量 (1個当り)	脚部鉄筋	脚部鉄筋	ハシゲ筋
ドロスA	2		160 kg	91 kg/cm^2	$\phi 12 \times 16$ 本	$\phi 12 \times 22$ 本	$\phi 13 \times 16$ 本
ドロスA (断面計付)	1	SR24					
ドロスB	3		263 kg	151 kg/cm^2	$\phi 14 \times 16$ 本	$\phi 16 \times 32$ 本	$\phi 16 \times 16$ 本
ドロスB (断面計付)	1						

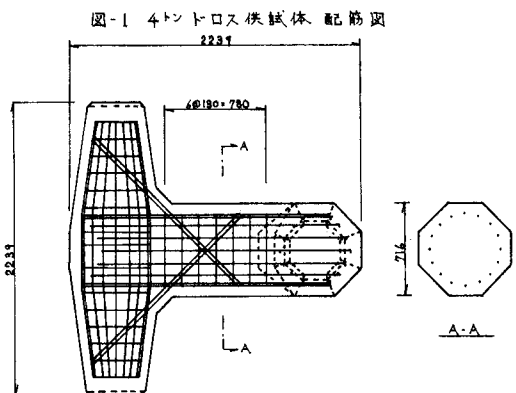
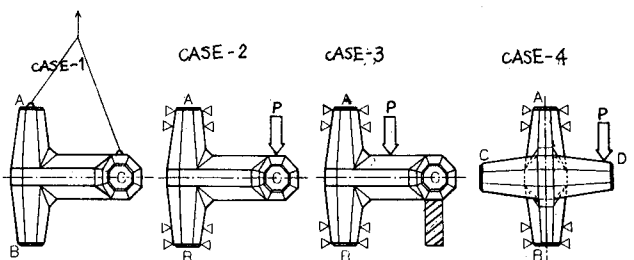


図-2 静的試験



せ、部材に生ずる衝撃応力を測定した。落下高は、低い高さ(2.5cm)から徐々に高さを高くしていき、ブロックが破壊するまで試験をした。落下時の衝撃荷重および衝撃応力の波形は、非常に高い振動数の測定となるためデータレコーダーおよび電磁オシログラフに波形を記録した。

実験ケースは、静的試験4ケース、動的試験2ケースで、各試験ケースと試験方法を図-2, 3に示す。

3. 実験結果

(1) 吊上げ時の応力 (ケース1)

鉄筋の最大曲げ引張応力はハンチ筋に生じ、その応力は供試体Aで16 kgf/cm^2 、供試体Bで11 kgf/cm^2 であった。コンクリートでは胴部に生じ、その応力は、供試体Aで6 kgf/cm^2 、供試体Bで3 kgf/cm^2 であった。

(2) 単純支持・胴部中央載荷による応力 (ケース2)

A・B供試体とも25トンの載荷に対してコンクリートにクラックが発生することはない。また、供試体AとBの間に応力状態の顕著な相違は認められない。

(3) 片持ばり・脚部中央載荷による応力 (ケース3)

供試体は、ハンチ部に応力が集中し、曲げによりハンチ部から破壊する。クラックは上側ハンチ部に生じるがこのクラックが進行し、鉄筋応力が急増するようになるのは、供試体Aで6.5トン、供試体Bで12トン程度である。この試験結果から、ハンチ部の曲げ応力に対してハンチ筋の効果が、胴部主鉄筋と同程度に大きいことが明らかになった。

(4) 片持ばり・脚部先端載荷による応力 (ケース4)

破壊は、供試体Aの場合、ハンチ部のクラックが進行する形で進み、やがて胴部に45°の角度で破壊面が広がっていく。破壊荷重は17トンであった。曲げとねじれによるせん断破壊とすることができる。一方、供試体Bの場合は、破壊荷重は21.8トンであった。破壊過程をみれば、ねじれによるせん断破壊と考えることができる。供試体各部の鉄筋応力を比較すると、ハンチ筋、胴部および脚部主鉄筋においては両供試体ともほぼ同様の傾向を示すのに対し、配筋筋は全く逆の傾向を示す。これは、ねじれによる破壊状況と密接に関係していると思われる。

(5) 衝撃落下試験による応力 (ケース5・6)

砂地盤に落下させた場合、1mの落下高に対してもヘアークラック程度であり、あまり問題にする必要はないようである。

コンクリート地盤上では、落下高30cm程度でクラックが発生する。その時のクラック幅は0.01mm程度であり、落下高100~110cmでクラック幅は1~5mm程度になる。ケース5から、落下高と衝撃荷重の関係では、その値が $\frac{1}{2}$ ~2倍の範囲でバラつくため、その平均値を求めて図示すると図-4のようになる。

また応力分布は、供試体A・Bともほぼ等しく、絶対値はA型が平均的に20%程度大きくなっている。

4. おわりに

以上、静載荷試験、衝撃落下試験についてとりまとめたが、この実験結果をもとに、施工上の取扱い、現実のブロックの挙動等を総合的に判断して、供試体Bの配筋量が実際の40トン・50トンドロスを製作することにした。最終的に決まった配筋量は92.9 kgf/cm^2 (50トン)である。しかしながら、この配筋を決めた外力は、推定によるところが多く、より確かな解答を得るためには、今後、さらに波浪外力算定のための模型実験、数多くの供試体による応力実験など多くの研究が必要なものと考えられる。

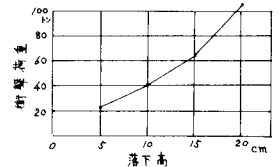
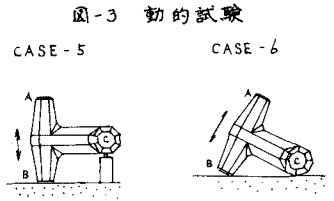


図-4 落下高と衝撃荷重の関係 (B型)
地盤: コンクリート