

(株) 間組 技術研究所 正員 山口 靖 紀  
同 上 正員 〇辻 田 着

1. まえがき

土木分野でのS.R.C構造物の設計施工例は非常に少なく、その設計方法も統一されていない。特に、S.R.C構造物のねじりに関する研究は少なく、その設計方法についての検討もあまり行なわれていないのが現状である。

そこで、阪神高速道路公園、大阪府道高速大阪線森ノ宮工区下部工事においてS.R.Cフーチングを採用するに当り、地震時のねじりに対する安全性を確認することを目的として模型実験を行なった。

2. 設計方法

突構造物は図-1に示すような構造形式になっており、地震時に橋軸方向の水平力によってフーチングにねじりモーメントが作用する。そこで、突構造物の設計ではこのねじりモーメントに対する補強鉄筋量をCowanの式(2項)を用いて算定している。その具体的な計算手順は図-2に示す通りである。

3. 実験概要

模型はその大きさを突構造物のほゞ1/5とし、突構造物と同一方法によつて設計を行なった。すなわち、本実験では模型を一つの本構造物として考えて、この模型の挙動から同一の設計方法で設計が行なわれている突構造物の安全性を推定しようとしたものである。

図-3に模型断面の一般形状を示し、その諸数値の一部を突構造物と比較して表-1に示す。またコンクリートは28日強度で圧縮強度 $290 \text{ kg/cm}^2$ 、引張強度 $34 \text{ kg/cm}^2$ のものを使用し鉄骨は軸部材にSM50A、帯部材にSS41を用い、鉄筋はSD30を用いている。

載荷方法は写真-1に示すように、曲げ荷重(上載荷重分)をフーチング下面から上方へ載荷し、ねじりモーメントをフーチングに設置した鋼管に水平力を加えることによつて作用させた。

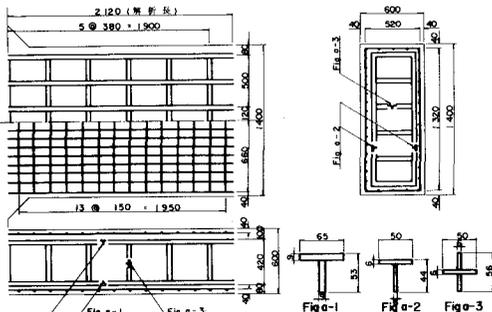


図3. 模型断面の一般形状

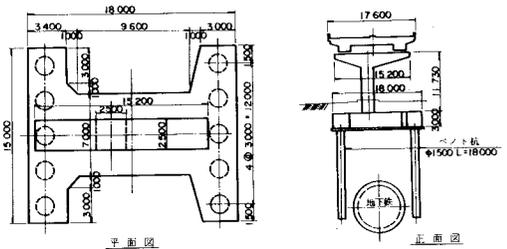
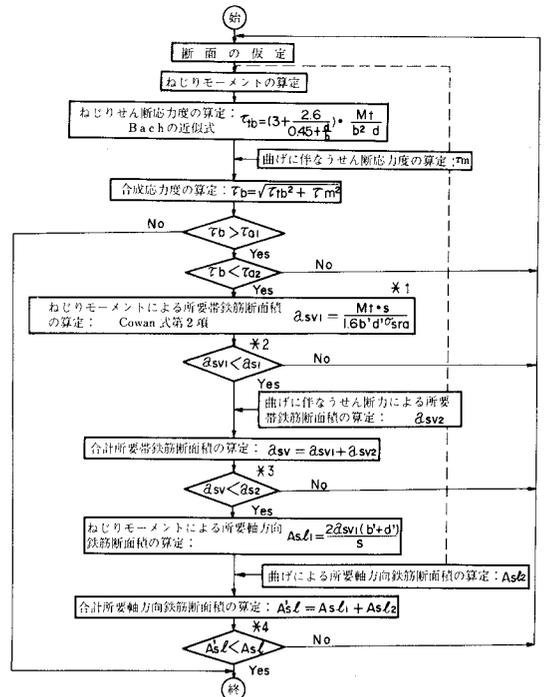


図1. 突構造物の一般構造図



\*1 Cowan式  $M_{tu} = M_{ta} + 1.6b'd^2 \frac{\sigma_{ts}}{s}$  \*2  $a_{s1}$ : 1本の水平方向鉄筋断面積  
 $M_{ta}$ : 無筋コンクリートばりのSt. Venant \*3  $a_{s2}$ : 1本の垂直方向鉄筋断面積  
 理論による破壊ねじりモーメント \*4  $A_{s2}$ : 軸方向鉄筋全断面積  
 換算

図2. ねじりモーメントによる断面算定の計算手順

#### 4. 実験結果

##### (1) ねじり強度

図4に鉄筋および鉄骨のひずみの測定結果の一部を示す。これより鋼材のひずみは実構造物の設計ねじりモーメント（設計震度の0.25）に対応する載荷の段階では十分に小さい事が認められる。また、ひび割れ幅も最大で0.1mmと小さく、ひび割れの長さ・分布とも小規模であるところから構造物は十分に安全の状態である事が確認された。さらに設計ねじりモーメントのほぼ4倍の154t-mまで載荷したが、最大ひずみでも降伏応力の70%位の値であり、またひび割れ幅の増大もみられず、ねじり角も最大で $89 \times 10^{-4} \text{deg/cm}$ と小さく、構造物は設計震度の4倍程度の震度にも十分耐え得る事が確認された。

また、ここで純ねじり時の終局ねじりモーメントをCowan式により求めるると99.6t-mであるが、本構造物のねじり強度は本実験の最終的な載荷量の段階でその約1.5倍の大きさになっていて、しかも破壊状態には至っていない。

##### (2) 鋼材のひずみ挙動

鋼材のひずみについては次のような事柄が認められた。

- ① 鋼材は、曲げ荷重により、ひび割れが発生しているにもかかわらず、設計ねじりモーメントのほぼ2倍程度まで顕著なひずみの増加がみられない。
- ② ねじりモーメントによるひずみの増加率は軸方向および帯方向とも鉄骨に比べて鉄筋の方が2倍程度大きい。
- ③ ねじりモーメントによるスターラップのひずみ分布は部材の中心から外表面までほぼ放物線状に変化し、外表面で最大となっている。
- ④ コンクリート表面の最大せん断ひずみ分布は純ねじりの状態の時にみられるように各辺の midpoint で最大とならず、傾向的には隅角部で最大となっている。

##### (3) ねじり剛性

図5にねじりモーメントとねじり角の関係を示す。本実験では曲げ荷重の段階でひび割れが発生している。そこで、鉄筋に囲まれているコンクリート断面積を有効断面積とし、コンクリートのせん断弾性係数を $11 \times 10^5 \text{kg/cm}^2$ としてBachの式によってねじり剛性を求めるると $51 \times 10^6 \text{kg-m}^2$ となり実験値 $J_t = 52.6 \times 10^6 \text{kg-m}^2$ と非常に近い値となる。これより曲げによ、ひび割れが入、ても極度なねじり剛性の低下はなく、本実験では設計ねじりモーメントのほぼ2倍程度まではコンクリートがねじり剛性に対して十分有効に働く事が確認された。

##### 5. あとがき

以上のような実験結果より、実構造物のねじりに対する安全性が確認された。最後に本実験は阪神高速道路公団技術審議会コンクリート構造分科会の審議に基づいて行な、たものであり、メンバーの方々にここに深く感謝の意を表する。

表1. 実構造物と模型の諸数値の比較

	コンクリートの全断面積 (cm <sup>2</sup> )	鉄筋鉄筋比	鋼材比 (%)	自重 (t)	設計荷重		
					曲げモーメント (t-m)	せん断力 (t)	ねじりモーメント (t-m)
実構造物	700×300=210,000	1.82	2.0	1,334	6,816.1	1,180.6	3,945.5
模型	140×60= 8,400	1.99	2.1	11.4	54.7	47.9	34.4

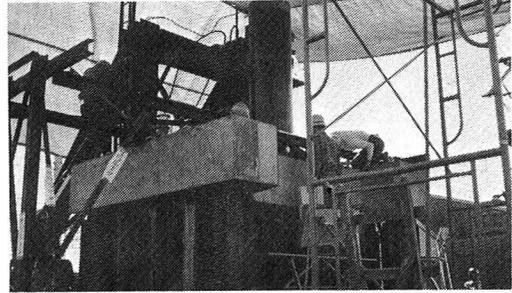


写真1. 実験装置および模型の設置状況

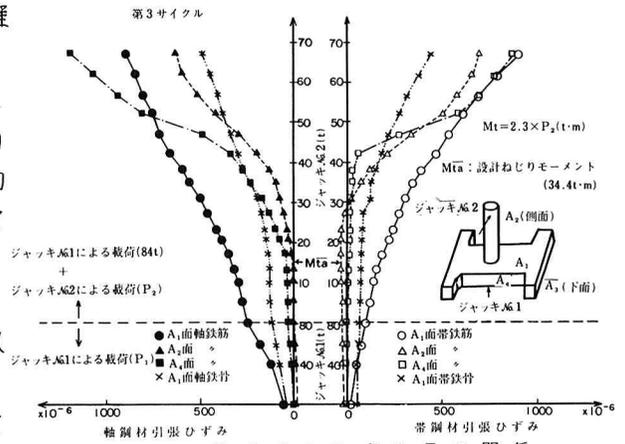


図4. 載荷重とひずみ量の関係

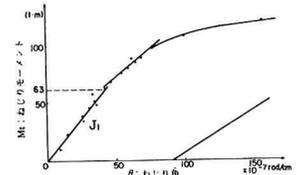


図5. ねじりモーメントとねじり角の関係