

(I-1) 部分的に開断面とした型枠のねじれ抵抗 (その2)

三和鋼器(株) 正会員 ○矢嶋 望
三和鋼器(株) 米本幸正
筑波大学 正会員 佐藤尚次

1. 序 論

近年、建設現場における省力化、省資源化等によるコスト削減の努力が、多くの分野で行われている。この一方策として、はり構造物の大スパン化が考えられ技術開発の課題となっている。

一方、建設現場での施工時、架設時の事故もしばしば発生し、その規模も大型化していることも事実である。この事故原因の中に構造的に不安定性が基因することも多く、特に面外剛性の低い構造物にねじれを伴う崩壊もしばしば見られる。

本研究は、建設用型枠のモルタル打設時にまれに起こる崩壊事故の原因として、ねじれ不安定性に着目した。この現象は、型枠断面が開断面であることから曲げに比べてねじれ抵抗はるかに小さい容器構造物であること、また荷重であるモルタルが流動体であり剛性をもたないことより、モルタル打設に伴う初期の型枠の微小ねじれに起因し型枠全体の崩壊に結びついたものと想定した。

従って、大スパン化によるベント支持間隔の制約は曲げ抵抗よりもねじれ抵抗により決定されることから、設計の段階から不安定検討ならびに対策が必要となる。

著者らは、はりのねじれ安定性の提案式¹⁾と提案式の適用²⁾また、ねじれ現象の検証³⁾とねじれ防止対策の提案⁴⁾の研究を行ってきた。文献4)ではアクリル材型枠模型を用いたが、今回は実際のアルミ製の型枠を用い、ねじれ不安定現象の把握ならびにねじれ防止材の効果の確認を実験およびFEM解析により行った。

2. 実験概要

供試体は、写真-1に示すように市販のアルミ型枠を用い、板厚 ($t=0.35\text{cm}$)、幅 ($b=10\text{cm}$)、高さ ($h=30\text{cm}$)、支間長 ($l=405\text{cm}$)とした。なお、型枠の外壁には曲げ剛性ならびに断面保持のためのスティフナ補強がされている。今回の研究テーマであるねじれ防止対策として用いたアルミのトラス補剛材は、板厚 ($t_r=0.5\text{cm}$)、幅 ($b_r=5\text{cm}$)、支持間長 ($l_r=18.03\text{cm}$)とした。

実験は図-1に示すように、型枠の上にかぶせるトラス補剛材の本数を変化させた4ケース(2本, 14本, 30本, 58本)とした。また、鉛直分布荷重にモルタルの代わりに亜鉛のインゴット (390kgf)、スパン中央の型枠断面の頂部にねじれ荷重が作用するように水平荷重 ($10, 20, 30\text{kgf}$)を載荷し、ダイヤルゲージで水平変位を測定しねじれ挙動を調べた。また動の実験として、質量に水 ($45, 90, 135\text{kg}$)と亜鉛のインゴット (390kg)を用い固有振動数を測定した。

3. 結果および考察

図-2に示すせん断中心(S)にねじれモーメントが作用することから、実験値とFEM解析結果の水平変位ををともに、(2)式より静的ねじれ定数(K_t)を求めた。

$$ECw\phi^{(4)} + GJ\phi^{(2)} = Mpt + Met \quad (1)$$

$$Mpt = P(h+f), \quad Met = Aw(f+h/2)\phi$$

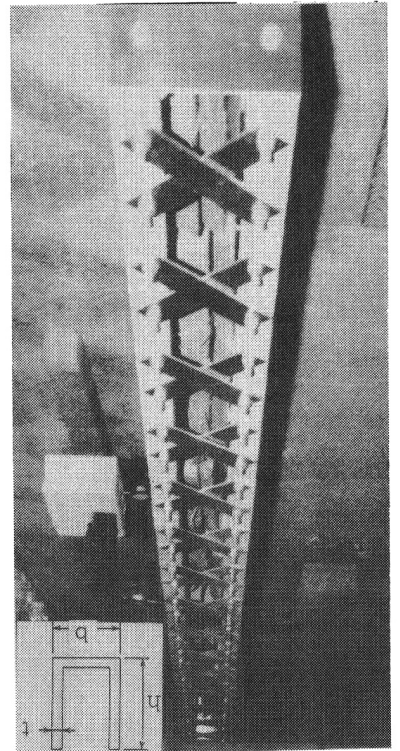


写真-1 アルミ型枠供試体

キーワード：型枠，ねじれ，不安定，補剛材

連絡先：〒253-0041 茅ヶ崎市茅ヶ崎 3-5-16 TEL:0467-82-6111 FAX:0467-87-1906

$$K t = \frac{M p t + M e t}{\phi}, \quad \phi = \frac{(\delta_u - \delta_L)}{h} \quad (2)$$

図-3は各ケースのみかけのねじれ定数($K t$)の変化を示す。トラス補剛材の効果が顕著に現れることが確認された。トラス補剛数が少なく変形が大きい、ケース1とケース2では実験がFEMの約半分のねじれ剛性となった。これは、開断面に近づくことにより、実験ではねじれの理論式(1)の $M e t$ (重力による $P-\Delta$ 効果)の影響が大きくなるがFEMではその評価が十分できないことによるものと思われる。

図-4はケース1とケース4の固有振動数の比を示したもので、質量の小さい水が振動数の変化がないのに比べ質量の大きい亜鉛のインゴットではトラス補剛の効果が大きいことがわかった。またFEMと比較すると質量が大きいほど実験と近くなった。これは、ねじれ崩壊が起こる低振動数と限界スパン・重量に関係するものと思われる。

4. あとがき

従来の型枠のねじれ剛性はモルタル打設直後に極めて低下するが、今回提案した部分的なトラス補剛によりねじれ剛性の増加が確認された。しかし、トラス補剛によるねじれ剛性増加の期待出来る範囲は、現状の型枠ではジョイント部のねじれ剛性の不確定性等から、ケース3(各パネル一つ飛び)以上の補剛本数が必要と思われる。

今後は崩壊時の型枠のねじれ剛性の変化量とトラス補剛の配置ならびに限界スパン等のパラメータを変化させたときの最適設計等を行ってきたい。

- 1) 佐藤尚次：モルタル打設直後のはりのねじれ安定性について・第25回安全工学シンポジウム講演予稿集、pp. 205-208, 平成7年6月。
- 2) 矢嶋・米井・佐藤：各種既成型枠のモルタル充填直後のねじれ安定性の比較検討・土木学会第23回関東支部技術研究発表会講演概要集、pp. 40-41, 平成8年3月。
- 3) 矢嶋・米井・松岡・佐藤：モルタル充填時のねじれ不安定性を考慮した型枠模型の振動実験・土木学会第24回関東支部技術研究発表会講演概要集、pp. 108-109, 平成9年3月。
- 4) 矢嶋・米井・松岡・佐藤：部分的に閉断面とした型枠のねじれ抵抗・土木学会第25回関東支部技術研究発表会講演概要集、pp. 154-155, 平成10年3月。

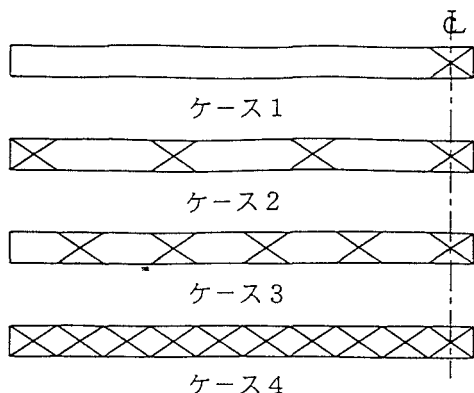


図-1 補剛トラス本数の変化

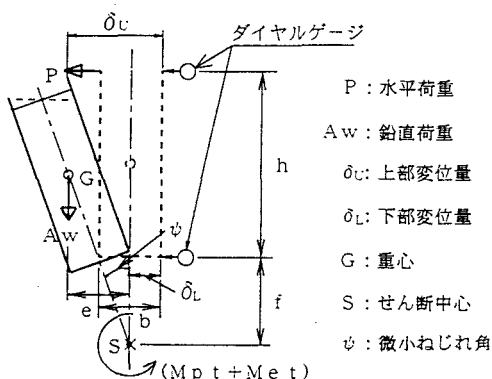


図-2 型枠寸法と微小ねじれ角

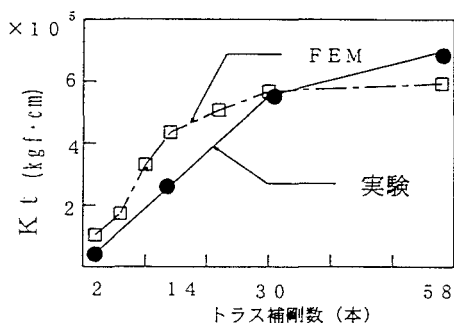


図-3 ねじれ定数の比較

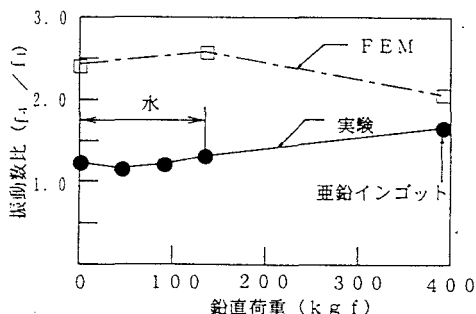


図-4 固有振動数の比較