

合成構造のせん断補強法に関する基礎的研究

宮崎大学 学生員 ○桑原 昭浩 正 員 中沢 隆雄
九州大学 正 員 今井 富士夫 東京電力 日向 泰山

1. まえがき 立体トラス型ジベルを有する合成構造は、曲げが支配的な床版や床版橋のような版構造には合理的な構造と考えられ、最近活用されるようになってきた。ところで、コンクリート構造物の斜引張りびわれに起因するせん断破壊は、脆性的な破壊形式であるため、できるだけ避ける必要がある。一方、上記の合成構造はコンクリートとトラスの複合構造でもあり、そのトラスの斜材は、ジベル機能に加えてせん断抵抗機能を有することを考えると、ある条件の下では、従来のRC桁に比べて、斜材のせん断負担によりコンクリートの斜引張りびわれの発生・伸張をうまく抑制しうる可能性があると思われる。

そこで本研究は、このような合成構造の合理的なせん断補強法やせん断抵抗機能を検討するため、通常のRC桁とブラットトラス型(NT型)およびワーレントラス型(WT型)の斜材を有する合成桁を対象にし

て、せん断破壊が支配的な静的破壊実験を行い、破壊に至るまでの

ひびわれ発生状況やせん断補強鉄筋の応力負担などを明らかにしようとしたものである。

2. 供試体 本実験に用いた供試体は、RC桁2タイプ、NT桁2タイプ、WT桁3

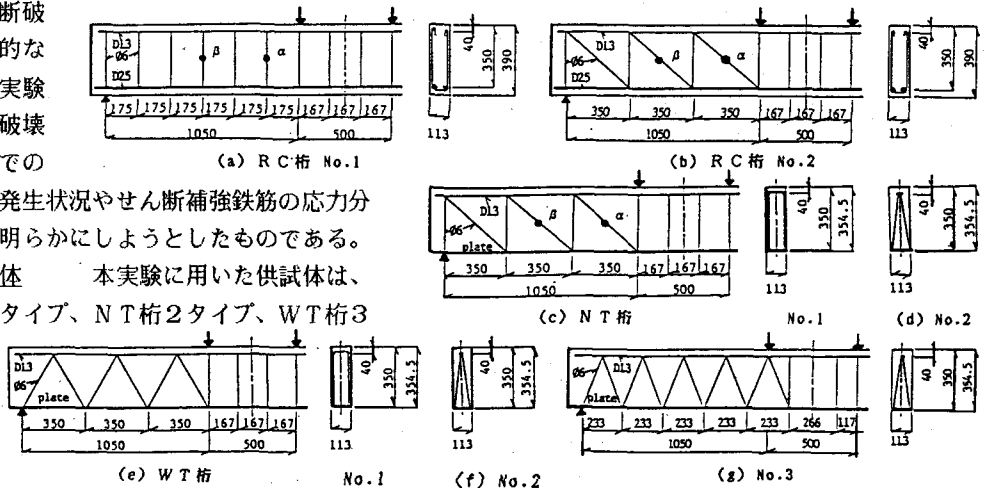


図-1 供試体の寸法と配筋状況

タイプの計7体であり、その形状および寸法を図-1に示す。RC桁では、引張側の軸方向にD25(降伏強度 $\sigma_{sv}=3716\text{kgf/cm}^2$)を2本、せん断補強鉄筋に $\phi 6$ ($\sigma_{sv}=2908\text{kgf/cm}^2$)を用い、NT桁およびWT桁では、板厚9mmの鋼板($\sigma_{sv}=4139\text{kgf/cm}^2$)に $\phi 6$ のトラス腹材を配した。但し、左側スパンを試験部分とするため、

右側スパンには

せん断補強鉄筋を密に配した。

圧縮側の軸方向

には、すべての

桁においてD13

($\sigma_{sv}=3494\text{kgf/cm}^2$)

を2本配列した。

コンクリートの

圧縮強度は、材

齢28日で 36.1kgf/cm^2 であった。

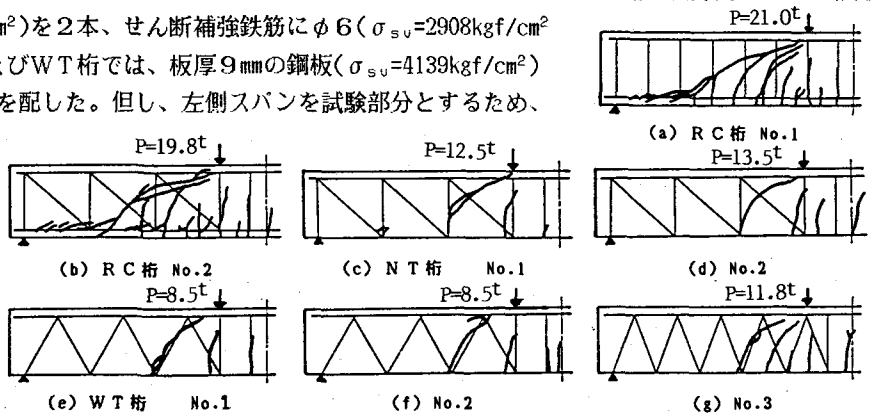


図-2 終局時のひびわれ発生状況

3. 実験結果および考察

3.1 ひびわれと終局耐力

図-2に、各タイプの終局時のひびわれ状況を示す。RC桁は、曲げひびわれが橋軸方向に分散して発生し、その後、支点と載荷点の中央付近の曲げひびわれが斜引張りひびわれに進展して崩壊している。一方、合成桁では曲げひびわれは底部鋼板とトラス腹材（以後、せん断補強鉄筋と称す）の接合部に限定して発生している。そのひびわれは、NT桁ではスターラップに沿って伸張し、その後、載荷点に向かう斜引張りひびわれに変化するが、WT桁では、図-3に示すように圧縮材はひびわれの発生を助長するため、圧縮材に沿ってひびわれは伸張し、そのまま崩壊に至っている。これらの終局耐力を整理すると、表-1のようになる。表中の理論値は、コンクリート標準示方書より算出されたものである。ただし、材料特性値は材料実験より得られた値を使用し材料係数 γ は1とした。また、THは、崩壊形式より想定した終局耐力で、RC:CD+ST+DI、NT:CD+DI、WT1,2:CD、WT3:CD+DIとしたものである。以上の結果から判るように、斜引張り方向に圧縮材があるWT桁は、その斜材がひびわれを助長するため、せん断補強効果は全くないか、あるいは極めて低い。一方、NT桁では破壊形式から想定される理論耐力は維持している。したがって、せん断破壊が支配的な合成桁に対しては、NT桁が適しているが、WT桁を使用する場合にはトラス間隔を密にするか、スターラップを併用するなどの配慮が必要であるといえる。ただし、これまでの曲げが支配的な一連の実験では、WT桁がRC桁より優位にあるという結果をえている。また、トラスの配置法で、平面あるいは立体の差異はほとんど見受けられない。

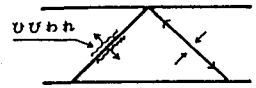


図-3

表-1 終局耐力 (tf)

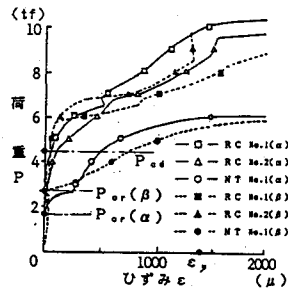
	実験値	理論値					EX/TH
		EX	CD	ST	DI	TH	
RC1	21.0	9.0	5.7	-	14.7	1.43	
RC2	19.8	9.0	2.9	4.0	15.9	1.26	
NT1	12.5	9.0	2.9	4.0	13.0	0.96	
NT2	13.5	9.0	2.9	4.0	13.0	1.04	
WT1	8.5	9.0	-	3.9	9.0	0.94	
WT2	8.5	9.0	-	3.9	9.0	0.94	
WT3	11.8	9.0	-	5.6	14.6	0.81	

CD=コンクリートの斜めひびわれ発生荷重

ST=スターラップのせん断分担力

DI=斜材のせん断分担力

TH=崩壊形式より想定したせん断耐力

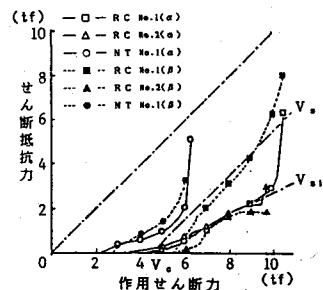


※ P_{cr} = 曲げひびわれ発生荷重

P_{cd} = 斜引張りひびわれ発生荷重

c_p = せん断補強鉄筋の降伏ひずみ

図-4 せん断補強鉄筋の荷重-ひずみ曲線



※ V_{cd} = コンクリートのせん断耐力

V_{st} = せん断補強鉄筋のせん断分担力

V_{s1} = せん断力の低減を行ったせん断分担力

図-5 せん断抵抗-作用せん断力図

3.2 せん断補強鉄筋の挙動

図-4は、せん断補強鉄筋の荷重-ひずみ曲線である。図より明らかなように、RC桁でのせん断補強鉄筋は、斜引張りひびわれ発生後にひずみの増大がみられるが、NT桁では曲げひびわれ発生後からひずみが増加しはじめている。このひずみの増加量をせん断補強鉄筋のせん断分担力と仮定して、これと作用せん断力の関係に整理したものが図-5である。実験値はトラスアナロジー³⁾より算出した。理論値の点 α については、文献2)を参考にみかけのせん断力の低減(1/2)を行っている。RC桁では、補強鉄筋のせん断分担の発生は、測定値の位置にかかわらず、一様に V_{cd} 以降であり、その値はせん断域の中央部では外力によるせん断力、支点近傍では見かけのせん断力低減を考慮したものとなっている。一方NT桁では、曲げひびわれ発生以降から理論よりやや低めの値が生じており、 V_{cd} 以降ではほぼ理論値と等しくなるようである。中央のせん断パネルにおいて、曲げひびわれの伸張から斜引張りひびわれが生じなかったのは、早期からの補強鉄筋のせん断分担によるコンクリートのせん断分担力が低減したためと考えられる。

参考文献：1) 土木学会：コンクリート標準示方書 2) H.OKAMURA and S.FARGHALY: JSCE, No.287, PP.127, 1979 3) 岡村・前田：鉄筋コンクリート工学，市ヶ谷出版社，1987