

4 下黒部橋(トラスドラングー)の載荷実験について

金沢大学工学部 正員 ○ 小堀為雄
富山県土木部 正員 安原栄光
富山県土木部 正員 増山拓之

1. まえがき

下黒部橋は黒部川の最下流部に位置し、橋長508.1m
幅員7.0mの一等橋であり、全景は図-1および写真1に
示すとおりである。

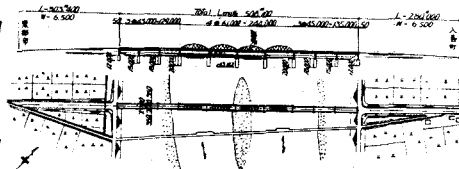


図 1 下黒部橋全体図

本橋の特徴は中央部4径間に新形式のトラスドラングー
一桁橋を採用していることである。本報告は主として、
このトラスドラングー一桁橋について、その概要と本橋で
採用した十字継手の格点構造応力試験の結果と載荷試験
の結果について報告する。

2. トラスドラングー桁の概要

周知のとおり、トラスドラングー桁は普通のラングー
桁の鉛直吊材をトラス形式の斜吊材でおきかえたもので、

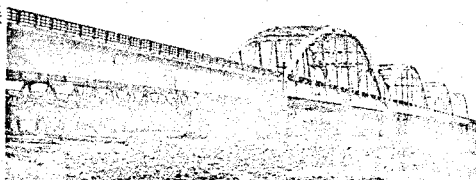


写真 1 本橋全景

スウェーデンのNielsen氏の考案したNielsen system橋の変形であると云われる。

その構造はNielsen systemに較べて、斜吊材の一部に圧
縮を許すことができる点であり、またラングー桁に較べて補
剛桁の曲げモーメントをいさぐさしく小さく、全体として剛性
を大きくして固有振動数が大きくなり、一般に走行荷重による
振動を小さくすることができるなどの点にある。

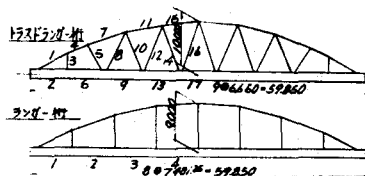


図-2

本橋の設計において図-2 に示すようなラングー桁について
比較設計を行った。表-1に補剛桁の断面力の比較を、図-3に
曲げモーメントの比較図を示す。本型式を採用してこの鋼
重において

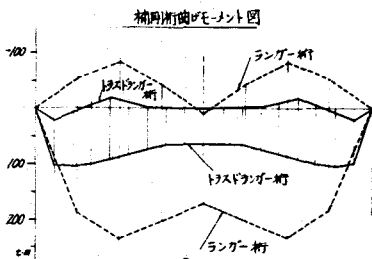


図-3

表 1 補剛桁断面力の比較

断面力	ラングー 桁				トラスドラングー 桁				単位
	1	2	3	4	2	6	13	17	
曲げモーメント (t-m)	105.35	233.96	202.20	112.59	99.41	109.21	61.79	65.21	04.23
軸力 (t)	-74.10	-85.12	-43.55	3.01	21.58	7.11	-20.00	-1.60	-0.64
せん断力 (t)	206.22	214.46	231.26	23.60	240.04	240.52	240.52	248.72	443.13
圧縮力 (t)	233.28	227.64	214.67	208.53	224.29	224.29	224.29	231.75	232.15

約9%の節
約1成巧した。

3. 格点構造に関する強度試験

本橋の斜吊材は工形または箱形断面を有しこの斜吊材と補剛桁との連結法について種々の問題点があり、ゆえゆえは数回の検討の結果十字溶接継手を採用することに決め、その強度に関する実験を行った。特に応力集中、溶接長、疲労強度に注目した。以下にその概要と結果についてのべる。

3-1 試験片および実験方法

十字継手は単独では曲げモーメントやせん断力に抵抗できるものではなく、単に軸方向力、とくに引張力に抵抗できるのみである。曲げモーメント、せん断力、あるいは圧縮力に抵抗するためには、

十字継手を組合せた組合せ継手を採用する必要がある。その場合組合せ継手の各十字継手に作用する力は軸方向力のみである。従って四げモーメント、せん断力、軸方向力を受ける継手における応力状態を知るために引張りを受ける十字継手の応力状態を知れば十分である。そこで本実験ではまず十字継手について実験を行なった。

試験片の一例を図-4および5に示す。また十字の先端にスカーラップをほどいたものについても行なった。測定は縦の一面に3方向ワイヤストレーンゲージを貼りつけ、裏面には光弾性皮膜を貼りつけた。

光弾性皮膜は応力集中部で弾塑性応力状態を知る意味から、試験片に反射を良好にするためにプレーナー仕上とし、皮膜の厚さは3mm(アラルダイト101とハードナー95/を100:8)とした。

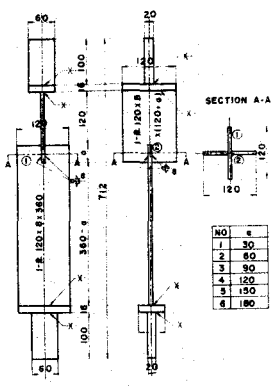


図-4 A型試験片

3-2 実験の結果と考察

実験の結果、各溶接長と終局強度の関係を表2示す。

表2 A型試験片の耐荷力

試験片 No.	溶接長(cm)	母材断面積 (cm ²)	降伏強度 (ton)	終局強度 (ton)
1	3	9.6	—	29.7*
2	6	9.6	26.3 (2740)	39.9*
3	9	9.6	26.4 (2750)	42.4 (4420)
4	12	9.6	25.8 (2690)	42.3 (4410)
5	15	9.6	26.4 (2750)	42.1 (4390)
6	18	9.6	23.4 (2440)	42.6 (4440)

(*) 内は応力度 (kg/cm²) を示す。

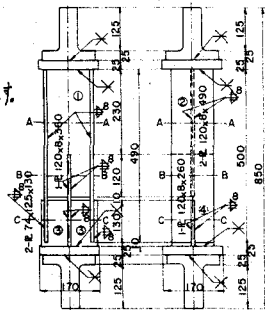


図-5 試験片 B-2

表2の No. 1 と 2 は溶接部で破断したものである。

図-6に載荷荷重と塑性領域の広がりを見せる。この図より十字継手端部の応力集中が大きいたことが判かる。しかし表-2で見られるように終強度には影響はないようである。

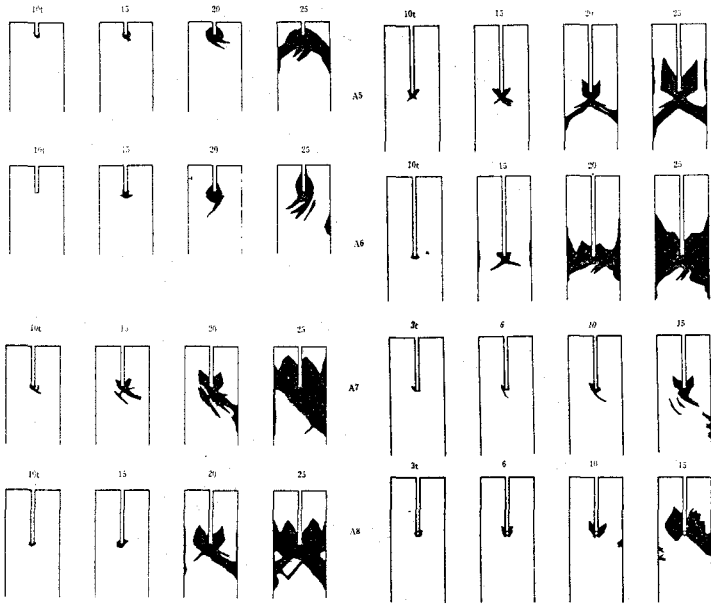


図-6 塑性領域のひろがり

次に、内部応力分布を知るために、光弾性材料による継手模型を作って透視実験を行った。その等色線を写真2-3に示す。

また、先端にスカーラップをほどいたものは終局強度は小さくなった。さらに疲労

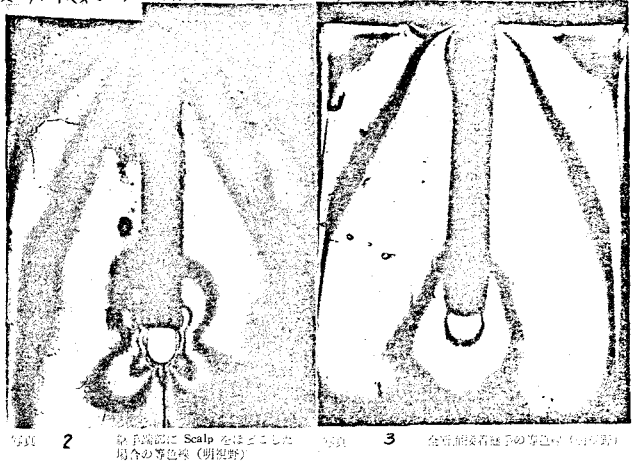
強度についてはくり返し疲労試験を行った結果、本橋の設計応力の範囲内で問題はなかった。

以上から格矢構造を十字型組合せ継手とした。これによって斜桁の力を桁間桁に一樣に分配する

ことが可能となり、またランガー桁橋一般的問題である橋ゆれに対して剛性を大きくすることが可能であった。

4. 静的載荷試験

トラスランガー ($l=60\text{m}$) および合成箱桁 ($l=44.16\text{m}$) に各1車を選んで試験車 (総重量 140ton) 4台による静的載荷試験を行った。測走は各部材応力を測走し、とくに格長継手部への応力集中に重点を置いて測走した。その結果トラスランガーおよび合成箱桁ともに応力状態は計算値とよく一致し、格長継手部の応力集中も見られなかった。



5. 動的試験

5-1 走行試験車による振動試験

走行車による本橋の振動性状を調らるために、試験車を 20 km/h 、 40 km/h 、 60 km/h とし、1台・2台・3台・4台と連行させて実験を行った。その記録の一例を図-7に示す。また、各振動記録と走行速度と動的係数の関係で整理したのが図-8、9である。この図より同時に載荷する荷車の数が増えると動的係数が小さくなることがわかる。

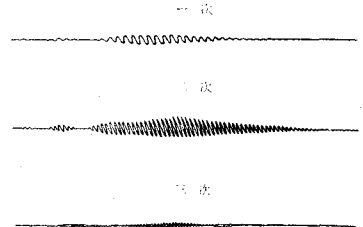


図-7 振動試験の記録

5-2 起振器による振動試験

トラスランガー桁のスパン中点とスパン1/4点に起振器を載せ加振周波数を替えることにより、本橋の周波数特性を調らる。その記録を図-10に示す。

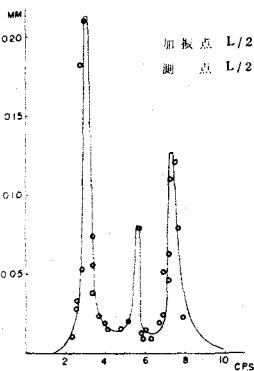


図-10 共振曲線 (振動計)

本橋の固有振動数は1次で 3.2 cps 、2次で 5.6 cps 、3次で 7.6 cps であつた。また減衰定数は、基本振動に対して $0.02 \sim 0.03$ であり、一般鋼橋と同程度であつた。

6. おおひ

以上、トラスランガー桁橋としての下関部橋について、その概要と完成時にあつた載荷試験の結果について報告した。

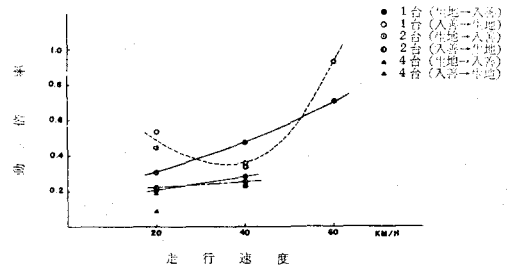


図-8 トラスランガー橋の動係数

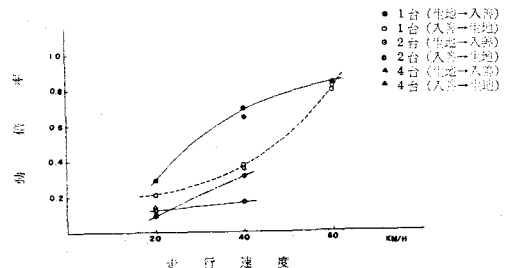


図-9 合成桁の動係数

本橋は鋼重において同スパンのランガー桁橋より約9%の節約となり、またランガー特有の振動について、剛性を高めることによって振動を小さくすることができた。また格梁構造に十字継手を選んだことや、斜吊材にHおよび箱型を用いることによって横振動も小さくすることができた。そのために生じられる格梁継手部への応力集中も抑えられた。

最後に本実験についてご指導いただいた金沢大学豊内敏教授、実験にご協力いただいた同古田博講師ならびに構造力学研究室や富山県入善土木出張所、川田工業株式会社の皆様へ感謝の意を表す。