

4 橋の研究 5

1 研究の動機

ぼくは、1年生から、画用紙でいろいろな橋を作って実験をしてきた。

橋の種類は、大きく分けて、次の5つに分けられる事が分かって、その仕組みも分かった。

- ・けた橋 ・つり橋 ・斜張橋 ・アーチ橋
- ・トラス橋

これまで、橋げたに上からかかる力で、橋の強さを実験したけれど、夏休みに台風10号が上陸して大雨をふらした後の天竜川を見て、川にかかる橋の橋きやくには、水の流れの強さにたえる力が必要だと分かった。そこで橋きやくにかかる力について調べることにした。

また、菊川の河口にかかる「潮騒橋」の形が、とてもおもしろいと思ったので、その仕組みを調べようと思った。

2 橋きやくにかかる力

8月9日、上陸した台風10号は大雨をふらせた。ぼくは増水した、天竜川を見に行き行って車で橋を渡ってみた。いつもは中州が見える天竜川が、向こう岸までの大きな川になっていた。橋きやくの前では水しぶきがあがるほどになっていて、かなりの力が橋きやくにかかっているだろうと感じた。

昨年、橋きやくがあることによって水の流れが変わる事などの実験をしてきた。今年は水の流れの中でどの位、力がかかっているのかを調べた。

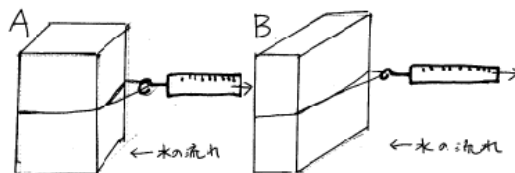
(1) レンガを使った実験 (橋きやくにかかる力)

レンガにひもをしばり、下にプラスチック板をしく。ばねばかりをつけ引っ張り、レンガの動きはじめる時の値を読む。

流れのない水の中にプラスチック板を置いて同じように引っ張る。

流れのある水の中で同じように引っ張る。

～ それぞれについてレンガの向きを変えて (A、B) 実験してみた。(図1)



広い面積に流れのある水が当たるとレンガを、たおそうとする考えたので、Bのばねばかりの値が一番高くなると予想した。結果は図2のようになった。

	① 水なし	② 流れなし	③ 流れあり
A	1000	1100	1300
B	1000	1100	1600

(2)

予備実験で、床の面の様子によって値がバラバラになったので、条件を同じにするためにプラスチック板をしいた。

予想通り、流れのある水の中で、広い面積に水があたる方が、レンガに力がかかることが分かった。水がないところでは、AとBの値が同じだった。水のていこうがなくて、レンガがプラスチック板についている面積が同じだからだと考えた。レンガを横だおしにして広い面積で同じように測ってみたら1300gだった、また、レンガを使う前にねん土をつめた空きカンを、ばねばかりで引っ張ってみたら軽すぎてすぐ動いてしまったことは合わせて考えてみると重く、底の面積が大きい物ほど引っ張って動かそうとした時に大きな力が必要だということが分かった。

レンガを水の中に入れてだけで100gの力がかかった。AとBの値は同じだった。

流れがある中に入れたら、予想通り、Bの値がとても大きくなった。AとBではBが大きいこれから橋きやくは、水の流れが直接当たる面積は小さい方がよいということが分かった。

橋きやくが水の中にあることによって、橋きやくの前後で、水の流れが大きく変わることが去年の実験で分かった。川底にはどんな力がかかっているのか実験をしてみた。

(2) 橋きやくのまわりにかかる水の力

下の図のように、アルミ缶をだ円形にし、中にねん土をつめ、上流、橋きやくの手前、橋きやくの後ろの3列にビー玉を並べる。

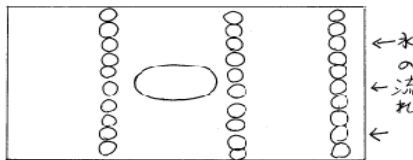
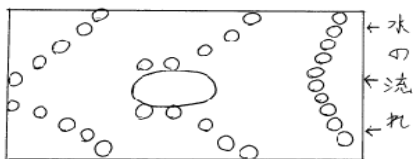
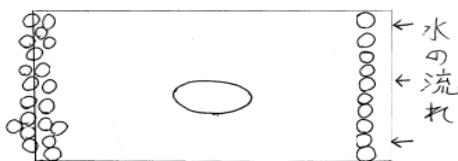


図4のようにビー玉が流されると予想した。

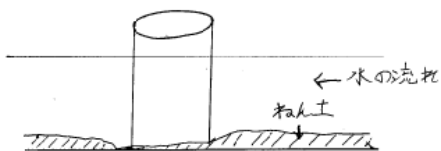


橋きやくの前後のビー玉はあっという間に流されてしまった。しかし上流の1列のビー玉は流されなかった。



この実験から、橋きやくが水の流れの中にあると、そのまわりの水の流れが速くなることが分かった。

橋きやくの前後のビー玉は全て流されてしまって差がよくわからなかったので、のように水路にねん土をはった板を沈め、橋きやくのまわりのねん土のけずられた方を見る。



昨年の研究から、橋きやくの前後と両側では、川底に向かっていく流れができることがわかったので、その部分のねん土が、けずられると予想した。その結果、前と後ろでまずけずれ始めて、しばらくたつと、橋きやくの両側もけずられてきた。

(図6) 橋きやくの上流側よりも、下流側の方が多くけずられていた。

これは本当の橋だと大変なことだと思った。天竜川を見に行ってみると、中州にある橋きやくの前後は、水がたまっていて、ほられてるのが分かった。

橋きやくにかかる力を調べてみて、ぼくは橋きやくを造るという技術がすごいと思った。特に大雨の後、橋きやくにかかる水の力はものすごく大きなものであることが分かった。流れる水にとって橋きやくは「じゃまなもの」だと分かった。

3年の時実験したように、けた橋は橋きやくが多いほど、じょうぶになる。かといって橋きやくがたくさんあると水の流れがますます強くしてしまう。

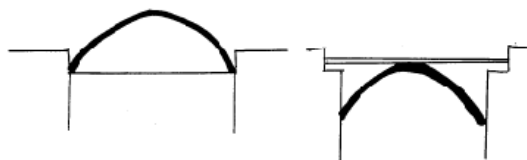
橋きやくが少ない方がいいとか、無い方がいいとか考えた人たちが、新しい仕組みの橋を次々と考え出してきたのだと思った。

3 潮騒橋のひみつ

サッカーの試合で浜岡に行く途中、菊川にかかる「潮騒橋」を見て、不思議な形の橋だと思いました。これまでに見たり、調べてきた橋とは、ちがうなと思った。



アーチ橋かと考えましたが、ぼくがこれまでに見たアーチ橋は図7、8のような形だった。



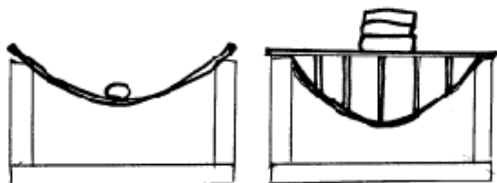
ぼくにはこの下の部分が、かざりにしか見えなかったし、橋げたに重さをかけているだけにも見えた。

(1) 模型をつくってみる

材料には、包そう用のクッション材を使い、おもりには、重さを量ったねん土を使った。

橋げたになる1枚だけをのせてみる。

潮騒橋の模型で同じようにおもりをのせてみる。



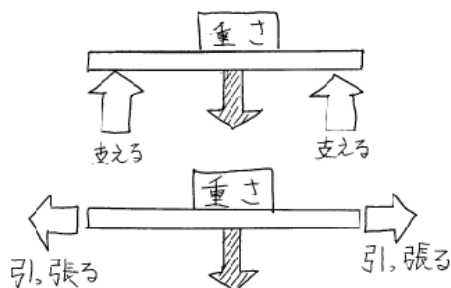
では5gのねん土をのせた。だけどたわんで落ちてしまった。

では150gのせた。だいじょうぶだったけど160gのせたら落ちてしまった。

ただのかざりだと思ったアーチをつけることによって30倍以上強くなった。

ぼくはこの橋のことがもっと知りたくて、静岡県袋井土木事務所に潮騒橋について聞いてみた。この橋は、世界でも例を見ない、新しい構造形式の橋だと教えていただきました。

吊床版橋という、大きな仲間分けの中では、つり橋の構造の橋だということだった。けた橋の仲間だと思っていたので意外だった。図10のようにけた橋は橋げたが曲がることによって支える構造で、つり構造は橋げたの引張力をケーブルでもたせるというちがいを教えていただいた。



土木事務所の方のお話をうかがって、潮騒橋にはケーブルがあって、引っ張る力が働いていることがわかったので、先に実験に使った模型に、はり金を通して、その重さを量ってみた。

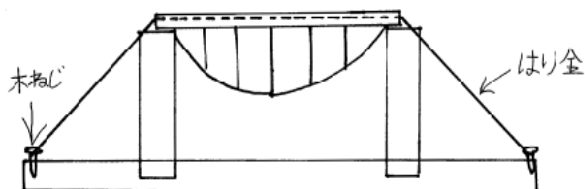
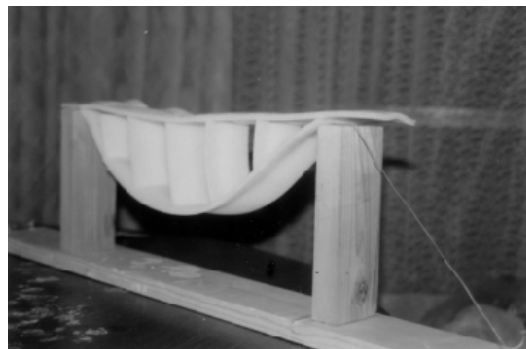


図11のような模型で、はり金は1本通した。はり金は、台の木に木ねじをつけてとめた。同じように、ねん土のおもりをのせてみた。(写真2)



その結果500gのせてもびくともしない、強い橋になった。ただ橋げたにはり金を通したのでは、鉄筋コンクリートの橋と同じ仕組みだけれど、中に通したケーブルを引っ張って強度を大きくするところが、この橋のひみつだと分かった。

4 おわりに

ぼくはこの夏休み、台風直後の増水した天竜川を渡るという体験をして、水の力のおそろしさを橋きやくの力を知ることができた。

昔から人間は水の力と戦ってきたのだと感じた。

毎年いろんな橋の仕組みが分かって、去年これですべての橋の仕組みが分かったと思ったのに、今年「潮騒橋」を見た時のおどろきはとても大きいものだった。その仕組みも分かったのでほっとした。6年生になったらまだちがう種類の橋が見つかると思うのでその見つかった橋の仕組みについて考えていきたい。